

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки - 27.04.01 Стандартизация и метрология
Отделение школы (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Четырехканальный осциллограф на базе платформы NI MYRIO

УДК 004:896:621.317.755

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ61	Писаренко Яна Олеговна		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Баранов Павел Федорович	К.Т.Н., доцент ОЭИ ИШНКБ		
Руководитель ООП	Казаков Вениамин Юрьевич	к.ф.м.н., доцент ОАР ИШИТР		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШНКБ	Авдеева Ирина Ивановна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОАР	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н., доцент ОАР ИШИТР		

Планируемые результаты обучения по направлению 27.04.01

«Стандартизация и метрология»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО 3+, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для решения комплексных задач метрологического обеспечения, контроля качества, технического регулирования и проверки соответствия с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения.	Требования ФГОС 3+ (ОК-1, 8, 9, 10; ПК- 17, 23, 24, 28). Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P2	Выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, проводить анализ состояния и динамики метрологического и нормативного обеспечения производства, производить оценку качества измерений, контроля и испытаний, проводить работы по автоматизации измерений и контроля в производстве и научных исследованиях.	Требования ФГОС 3+ (ОК - 13, ПК - 3, 7, 8, 9, 13, 14). Критерий 5 АИОР (п.1.3, 1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P3	выполнять работы в области стандартизации и сертификации: выполнять разработку и экспертизу новых технических регламентов и другой нормативной документации, разрабатывать процедуры оценки соответствия, поддерживать единое информационное пространство планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла изделий.	Требования ФГОС 3+ (ПК-1, 2, 5, 6, 19, 21, 29). Критерий 5 АИОР (п. 1.3, 1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P4	Выполнять работы в области контроля и управления качеством: исследовать причины появления некачественной продукции, разрабатывать предложения по предупреждению и устранению причин брака, осуществлять приемочный и выходной контроль продукции, а также контроль производства на основе современных технических средств.	Требования ФГОС 3+ (ПК-4, 12, 14, 15, 21). Критерий 5 АИОР (п. 1.3, 1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P5	Использовать базовые знаний в области экономики, проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения инновационной инженерной деятельности; организовывать работы по защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на них, проводить технико-экономический анализ по проектам связанным с метрологическим обеспечением производства.	Требования ФГОС3+ (ОК-5, ПК-11, 14, 16, 17, 18, 20, 27, 30). Критерий 5 АИОР (п.2.1, 1.3, 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Универсальные компетенции		
P6	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности, заниматься научно- педагогической деятельностью в области метрологии, технического регулирования и управления качеством.	Требования ФГОС 3+ (ОК-1, 3, 4, 5, ПК-32, 33, 34). Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, принимать исполнительские решения в условиях спектра мнений, определять порядок работ, демонстрировать ответственность за результаты работы.	Требования ФГОС 3+ (ОК-11, 12, ПК-20, 22, 32). Критерий 5 АИОР (п.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности.	Требования ФГОСЗ+ (ОК-14, ПК-26) Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P9	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду.	Требования ФГОС ВПО 3+ (ОК-7, ПК-10, 14, 20,). Критерий 5 АИОР (п.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P10	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности, проявлять гражданскую позицию, направленную на его совершенствование.	Требования ФГОС ВПО 3+(ОК-6). Критерий 5 АИОР (п.1.6, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки - 27.04.01 Стандартизация и метрология
Отделение школы (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

4

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Аналитический обзор теоретических аспектов цифровых осциллографов и программируемой логической интегральной схемы.</p> <p>Изучение работы платформы NI MyRIO.</p> <p>Разработка программы для виртуального четырехканального осциллографа.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация, выполненная в MS PowerPoint</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Руководитель и консультант по основной части ВКР	Баранов Павел Федорович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шаповалова Наталья Владимировна
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна
Раздел выполненный на иностранном языке	Кузнецова Ирина Николаевна
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
NI myRIO	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Баранов Павел Федорович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ61	Писаренко Яна Олеговна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ГМ61	Писаренко Яне Олеговне

Институт	ИШИТР	Отделение	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	27.04.01 Стандартизация и метрология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклады участников проекта, нормы рабочего времени, ставки налоговых отчислений во внебюджетные фонды, районный коэффициент по г. Томску
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала научно-технического исследования (НТИ)	Проведение предпроектного анализа НТИ: оценка потенциальных потребителей, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения НИ.
2. Разработка устава научно-технического проекта	Определение целей проекта, ожидаемых результатов, а также обозначение критериев приемки и требований к результату проекта.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Определение структуры работ в рамках НТИ, разработка графика проведения НТИ, планирование бюджета НТИ.
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка эффективности проекта

Перечень графического материала:

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ61	Писаренко Яна Олеговна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ГМ61	Писаренко Яне Олеговне

Институт	ИШИТР	Отделение	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	27.04.01 Стандартизация и метрология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочая зона, оборудованная персональным компьютером, необходимая для разработки программы для четырехканального осциллографа на базе платформы NI MyRIO.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения; 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения;	Анализ вредных производственных факторов: – микроклимат; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень электромагнитных излучений. – умственное перенапряжение; – монотонность труда. Анализ опасных производственных факторов: – поражение электрическим током; – короткое замыкание; – статическое электричество.
2. Экологическая безопасность	Утилизация отходов (твердые бытовые и промышленные отходы).
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Выбор и описание возможных ЧС; типичная ЧС – пожар. – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	– Определение районного коэффициента как нормы льготы в рамках специальных правовых норм трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя. Нормативно-техническая документация (НТД): СанПиН 2.2.4.548-96; ГОСТ 12.0.003-2015; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03; ГОСТ Р 12.1.019-2009; СНиП 21-01-97; СП 52.13330.2016; ГОСТ 12.1.030-81; ПЭУ 7; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03; ФЗРФ от 22 июля 2008г. №123; ГОСТ 12.2.032-78; ГОСТ 12.1.003-2014.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

01.03.2018

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева И.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ61	Писаренко Яна Олеговна		01.03.2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки - 27.04.01 Стандартизация и метрология
Отделение школы (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники
Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	60
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	Социальная ответственность	10
	Обязательное приложение на иностранном языке	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баранов Павел Федорович	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Казаков Вениамин Юрьевич	к.ф.м.н.		

Реферат

Магистерская диссертация 102 с., 11 рис., 21 табл., 29 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: осциллограф, программируемая логическая интегральная схема, платформа NI MyRIO, программа, виртуальный прибор, канал.

Объектом исследования является платформа NI MyRIO.

Предметом исследования является программа четырехканального осциллографа.

Цель работы – разработка четырехканального осциллографа на базе платформы NI MyRIO.

В процессе исследования проводился анализ цифровых осциллографов, аналитический обзор программируемой логической интегральной схемы, была изучена платформа NI MyRIO и разработана программа для виртуального четырехканального осциллографа.

В результате исследования были разработана программа виртуального четырехканального осциллографа на базе платформы NI MyRIO.

Экономическая эффективность работы заключается в том, что разработанный осциллограф, позволяет улучшить качество измерений и для автоматизации процесса сварки и контроля его технологических параметров по электрическим параметрам.

Оглавление

	С.
Введение	13
1 Цифровые осциллографы	15
1.1 Общие сведения	15
1.2 Типы осциллографов	17
1.3 Параметры цифровых осциллографов	24
1.4 Виртуальные осциллографы	27
1.4.1 Назначение виртуальных осциллографов и их типы	27
1.4.2 Виртуальные осциллографы в виде плат расширения ПК	29
1.4.3 Сравнение цен и технических характеристик виртуальных осциллографов	30
2 Программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС)	33
2.1 Классификация ПЛИС	34
2.2 Платформа NI MyRIO	36
3 Практическая реализация	39
3.1 Разработка виртуального четырехканального осциллографа	39
4 Финансовый менеджмент	44
4.1 Предпроектный анализ	44
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	44
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений	44
4.1.3 SWOT-анализ	45
4.2 Инициация проекта	49
4.3 Планирование научно-исследовательских работ	50
4.4 Затраты по основной заработной плате исполнителей темы. Определение трудоемкости выполнения работ	51
4.5 Бюджет научно-технического исследования	56
4.5.1 Расчет материальных затрат	56
4.5.2 Расчет заработной платы основных исполнителей проекта	57
4.5.3 Затраты по дополнительной заработной плате	57

4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды	58
4.6 Накладные расходы	58
4.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	60
4.8 Выводы по разделу	60
5 Социальная ответственность	62
5.1 Производственная безопасность	62
5.1.1 Анализ вредных факторов	63
5.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата	63
5.1.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте	64
5.1.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений	65
5.1.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны	66
5.1.1.5 Нервно-психические перегрузки	68
5.2 Анализ опасных факторов	70
5.2.1 Опасность поражения электрическим током	70
5.3 Экологическая безопасность	72
5.3.1 Загрязнение гидросферы	72
5.3.2 Отходы	73
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	75
5.4.1 Опасность возникновения пожара	75
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77
5.6 Выводы по разделу	79
Заключение	80
Список использованных источников	81
Приложение А	84
Приложение Б	87
Приложение В	88
Приложение Г	92

Введение

На сегодняшний день цифровые осциллографы выпускаются либо в виде самостоятельных приборов, либо в виде приставки к персональному компьютеру (ПК). Устройства на основе ПК относятся к новому направлению в измерительной технике – виртуальные приборы. В действительности подобные аппараты представляют собой микропроцессорную измерительную приставку к настольному или мобильному ПК, который позволяет наблюдать на экране монитора вполне реальные и высококачественные осциллограммы с высоким разрешением, разными цветами линий и с отсутствием геометрических искажений. С помощью быстродействующего аналого-цифрового преобразователя (АЦП) устройство оцифровывает входной сигнал и коды отсчетов передает в ПК через тот или иной порт связи с внешними устройствами.

Таким образом, целью работы является разработка четырехканального осциллографа на базе платформы NI MyRIO.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучить теоретические аспекты цифровых осциллографов, рассмотреть их типы, параметры;
- изучить теоретические аспекты программируемой логической интегральной схемы;
- изучить платформу NI MyRIO;
- разработать программу для виртуального четырехканального осциллографа.

Актуальность работы состоит в том, что для автоматизации процесса сварки и контроля его технологических параметров по электрическим параметрам необходимо создать встраиваемый четырехканальный осциллограф на базе платформы NI MYRIO.

Объектом исследования является платформа NI MyRIO.

Предметом исследования является программа четырехканального осциллографа.

1 Цифровые осциллографы

1.1 Общие сведения

Цифровой осциллограф — это конструктивное объединение аналогового осциллографа и электронно-вычислительной машины. С помощью него можно не только отображать характеристику напряжения в реальном времени, но и выполнять различные математические операции: складывать и вычитать сигналы в разных каналах, растягивать во времени фрагменты записанного в память сигнала, определять частотный спектр сигнала путём применения быстрого преобразования Фурье и прочее.

Современные цифровые осциллографы обладают функциями, значительно облегчающими измерения формы сигналов. В качестве органов управления эти приборы используют клавиши лицевой панели и/или экранное меню, через которые можно выбрать режимы полностью автоматических измерений, включающих в себя измерение амплитуды, периода, времени нарастания/спада импульса и многое другое. Большинство цифровых осциллографов могут рассчитать среднее и среднеквадратическое значения, коэффициент заполнения, а также выполнить целый ряд других математических операций. Результаты автоматических измерений отображаются на экране в текстовом формате. Обычно такие показания более точны, чем интерпретация графического изображения [1].

Полностью автоматические измерения позволяют узнать следующие характеристики сигналов: период, частота, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, время нарастания, время спада, амплитуда, коэффициент ослабления, средняя оптическая мощность, коэффициент заполнения для положительных импульсов, коэффициент заполнения для отрицательных импульсов, задержка, фаза, длительность пакета, пиковое значение, среднее значение, среднее значение за период, значение за часть периода, высокий уровень, низкий уровень, минимальное

значение, максимальное значение, выброс положительного импульса, выброс отрицательного импульса, джиттер[2].

У цифровых и аналоговых осциллографов есть ряд своих достоинств и недостатков. Непрерывное улучшение цифровых технологий дало возможность создать цифровые приборы более мощными и производительными по сравнению со своими аналоговыми собратьями. Кроме этого, разница в стоимости постоянно сокращается, и цифровые осциллографы становятся все более и более доступными по цене.

Ниже приведены достоинства и недостатки цифровых и аналоговых осциллографов [3].

Достоинства аналоговых осциллографов:

- знакомый интерфейс;
- мгновенное обновление экрана при отображении быстроизменяющихся сигналов во времени;
- понятные средства управления для часто используемых настроек (коэффициент чувствительности, коэффициент развертки, смещение сигнала, уровень запуска и т.д.);
- низкая стоимость.

Недостатки аналоговых осциллографов:

- менее точные;
- мерцание и/или тусклость экрана в зависимости от частоты сигнала и коэффициента развертки;
- не отображается сигнал до запускающего момента;
- ограниченная полоса пропускания;
- высокая эксплуатационная стоимость;
- ограниченные средства измерения параметров сигналов.

Достоинства цифровых осциллографов:

- возможность "замораживания" изображения на произвольное время;
- высокая точность измерений;

- широкая полоса пропускания;
- яркий, сфокусированный экран при любой скорости развертки;
- возможность отображения сигнала до запускающего момента (в "отрицательном" времени);
- возможность обнаружения импульсных помех;
- автоматические средства измерения параметров сигналов;
- возможность подключения к компьютеру, принтеру;
- математическая и статистическая обработки сигнала;
- средства самодиагностики и самокалибровки.

Недостатки цифровых осциллографов:

- более дорогие;
- трудные в управлении.

1.2 Типы осциллографов

Электронное оборудование может быть поделено на две основные категории: аналоговое и цифровое. Аналоговое оборудование работает с непрерывно изменяющимися во времени значениями напряжения, а цифровое – с дискретными (бинарными) сигналами, представляющими собой выборки напряжения. Осциллографы классифицируются на аналоговые и цифровые. В противоположность аналоговым моделям, в цифровых осциллографах используется АЦП для преобразования измеряемого напряжения в цифровой вид. АЦП выполняет периодический захват сигнала и направляет в память захваченные выборки. Из множества сохраненных в памяти выборок осциллограф строит форму измеряемого сигнала. Затем полученная информация выводится на экран. Аналоговые осциллографы осуществляют развертку сигналов, а цифровые осциллографы проводят выборку параметров сигналов и воссоздают их изображение на экране [4].

Цифровые осциллографы подразделяются на цифровые запоминающие осциллографы (DSO), осциллографы с цифровым люминофором (DPO) и

стробоскопические осциллографы. Применение цифровой технологии предполагает способность осциллографа отобразить сигнал любой частоты в пределах полосы пропускания прибора в чётком, ясном и стабильном виде. Для периодических сигналов полоса пропускания осциллографа определяется, как правило, аналоговой полосой его входного каскада, рассчитываемой по уровню – 3 дБ. Для однократных событий и переходных процессов (импульсных сигналов) полоса пропускания может быть ограничена частотой выборки осциллографа.

Цифровые запоминающие осциллографы

Обычный цифровой осциллограф позиционируется как цифровой запоминающий осциллограф (DSO). Дисплей такого прибора относится к экрану растрового типа, в отличие от люминофорного экрана аналоговых запоминающих осциллографов. DSO позволяют захватывать и просматривать события, случающиеся однократно, например переходные процессы. Поскольку информация о сигнале существует в цифровом формате в виде последовательности сохранённых бинарных значений, эти значения можно легко анализировать, архивировать, распечатывать, либо обрабатывать каким-либо иным способом, как в самом осциллографе, так и во внешнем компьютере. В этом случае для сигнала нет необходимости быть непрерывным; сигнал может быть отображён на экране прибора даже тогда, когда сам он уже давно исчез. В отличие от аналоговых моделей, цифровые запоминающие осциллографы обеспечивают постоянное сохранение в памяти захваченной информации, разностороннюю обработку параметров и их анализ. Однако такие приборы не отображают градации яркости развертки сигнала в реальном времени, поэтому DSO неспособны наглядно представлять изменяющиеся «живые» сигналы [5].

Некоторые функциональные узлы, входящие в состав DSO, схожи с аналогичными узлами аналоговых осциллографов. Однако в цифровых моделях имеются дополнительные подсистемы обработки данных, необходимые для сбора и отображения на экране всех параметров, присущих тому или иному

сигналу. В DSO используется архитектура последовательной обработки информации для захвата и вывода на экран исследуемых сигналов (рисунок 1). Далее приводится описание этой технологии.

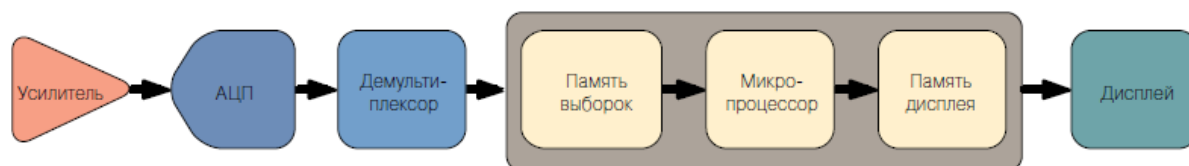


Рисунок 1 - Архитектура последовательной обработки входных сигналов цифровым запоминающим осциллографом (DSO)

Как и в аналоговых осциллографах, первым (входным) функциональным узлом DSO является усилитель вертикального отклонения. Аппараты управления вертикальным отклонением дают возможность корректировать амплитуду и положение развертки сигнала. Затем, аналого-цифровой преобразователь (АЦП) в системе горизонтального отклонения производит выборку сигнала в дискретных точках обусловленного временного интервала и преобразует напряжение исследуемого сигнала в данных точках в цифровые значения, именуемые элементами выборки. Данный процесс называется оцифровкой сигнала.

Схема синхронизации системы горизонтального отклонения определяет частоту, при которой АЦП делает выборки. Данная величина называется частотой выборки и измеряется в выборках в секунду (выб/с). Выборки, полученные от АЦП, сохраняются в оперативной памяти прибора в качестве элементов описания формы сигналов. Определенное число выборок формируют одну точку развертки сигнала. Принятые совместно точки развертки сигнала составляют одну развертку сигнала. Применяемое количество точек, которое необходимо для образования развертки сигнала называется длина записи. Запуск цифрового осциллографа определяет момент пуска и останова процесса записи. Сигнальный тракт содержит микропроцессор, через который проходит измеряемый сигнал. Микропроцессор обрабатывает сигнал, выводит данные на

экран, также он управляет органами управления передней панели прибора и решает иные задачи. Далее сигнал поступает в память дисплея, а из нее – выводится на экран. В осциллографе может осуществляться дополнительная обработка выборок, что значительно повышает качество и достоверность отображаемой информации. Кроме того есть вероятность применения режима упреждающего запуска, который дает возможность просматривать сигнал непосредственно перед моментом запуска.

Большая часть нынешних цифровых осциллографов имеет широкий спектр режимов автоматического измерения параметров, что в целом, упрощает процедуру исследования сигналов. DSO гарантируют высокую производительность в режиме одиночного захвата по нескольким каналам. Осциллографы DSO безупречны для изучения высокоскоростных сигналов в нескольких каналах с низкой скоростью захвата или с одиночными захватами.

Осциллографы с цифровым люминофором

В осциллографах этого типа (DPO) используется новый принцип обработки сигнала, предоставляющий уникальные возможности захвата данных и точного воспроизведения осциллограммы на экране. В то время, как в DSO применяется технология последовательной обработки сигналов для их захвата, отображения и анализа, в DPO для выполнения тех же задач используется параллельная обработка (рисунок 2). DPO построены на основе специализированной ПЛИС (программируемой логической интегральной микросхемы), реализующей захват и формирование изображения развертки сигналов с чрезвычайно высокой скоростью, что, в итоге, приводит к высокому качеству визуализации сигнала на экране прибора. Этот подход значительно повышает вероятность обнаружения быстротекущих процессов, происходящих в цифровых системах, таких как поврежденные импульсы, глитчи и различные переходные процессы, а также предоставляет дополнительные возможности анализа [6].

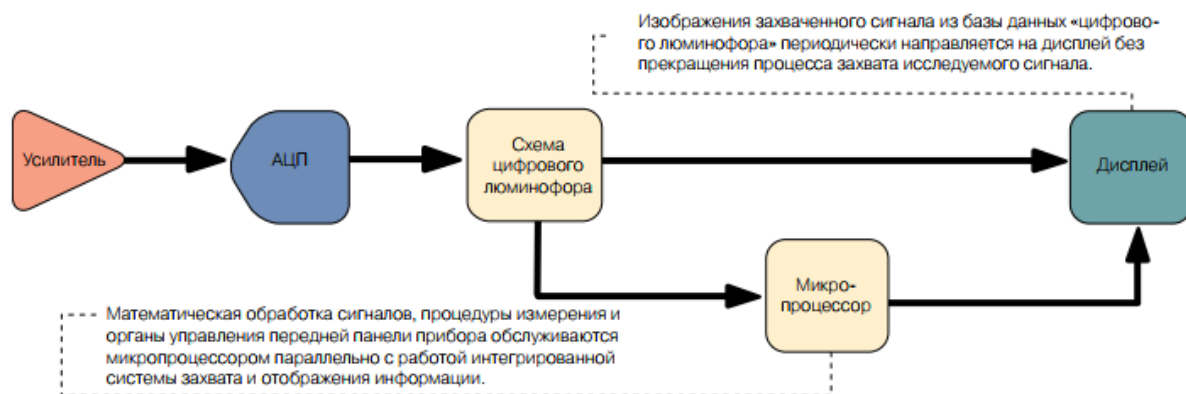


Рисунок 2 - Архитектура параллельной обработки сигналов в осциллографе с цифровым люминофором

Первый (входной) функциональный узел DPO такой же, как у аналогового осциллографа – усилитель вертикального отклонения. Второй узел такой же, как у DSO – АЦП. Однако, после АЦП архитектура DPO значительно отличается от других осциллографов. Для любого типа осциллографа, будь то аналоговый, DSO или DPO, всегда имеет место некоторое время задержки, в течение которого прибор обрабатывает только что захваченные данные, осуществляет сброс системы и ожидает следующего события запуска. В течение всего этого времени, осциллограф остаётся “слепым” к любым изменениям сигналов. DPO точно воспроизводит лучшие качества, присущие только своим аналоговым собратьям, отображая сигнал в трёх измерениях: время, амплитуда и распределение амплитуды во времени, и всё это в реальном времени. Тем не менее, в противоположность технологии аналоговых осциллографов, использующей физические свойства люминофора, в DPO применяется технология электронного цифрового люминофора, что на самом деле представляет собой непрерывно обновляющуюся базу данных. Эта база данных имеет отдельную ячейку памяти для каждого пикселя дисплея прибора. Каждый раз в процессе захвата сигнала (другими словами, после каждого запуска), информация о сигнале переносится в ячейки базы данных цифрового люминофора. В каждую ячейку, отражающую текущее состояние определенной

точки экрана, записывается информация об интенсивности сигнала в этой точке.

Таким образом, информация об интенсивности выстраивается в тех ячейках, через которые чаще всего проходит сигнал. Когда база данных цифрового люминофора передаётся на дисплей осциллографа, то дисплей воспроизводит наиболее интенсивные области развертки сигнала пропорционально их частоте появления в каждой точке, что очень похоже на градацию яркости у аналоговых осциллографов. Осциллографы с цифровым люминофором стирают границу между аналоговыми и цифровыми моделями этого вида приборов. При помощи DPO одинаково удобно исследовать высокие и низкие частоты, периодические сигналы, переходные процессы и комплексные сигналы в реальном времени.

Осциллографы смешанных сигналов

Осциллографы смешанных сигналов (MSO) сочетают характеристики осциллографов с цифровым люминофором (DPO) с базовыми функциями 16-канального логического анализатора, включая возможность декодирования протокола параллельных/последовательных шин и запуска по сигналам этих шин. Цифровые каналы MSO, подобно любой логической схеме, видят цифровой сигнал, как последовательность высоких и низких логических уровней. Это значит, что пока звоны, выбросы и скачки уровня земли не вызывают логических переходов, эти аналоговые эффекты в MSO не учитываются. Подобно логическому анализатору, для определения высокого или низкого логического уровня сигнала MSO использует пороговое напряжение. MSO очень удобен для быстрой отладки цифровых схем, предлагая разнообразные функции запуска, регистрацию с высоким разрешением и средства анализа. Одновременный анализ аналоговых и цифровых сигналов позволяет быстро выявлять основные причины многих проблем, превращая MSO в идеальный прибор для проверки и отладки цифровых схем [7].

Цифровые стробоскопические осциллографы

В отличие от архитектуры цифровых запоминающих и осциллографов с цифровым люминофором, в сигнальном тракте цифрового стробоскопического осциллографа перед аттенуатором/усилителем включен стробоскопический смеситель (дискретизирующий мост), как это представлено на рисунке 3.

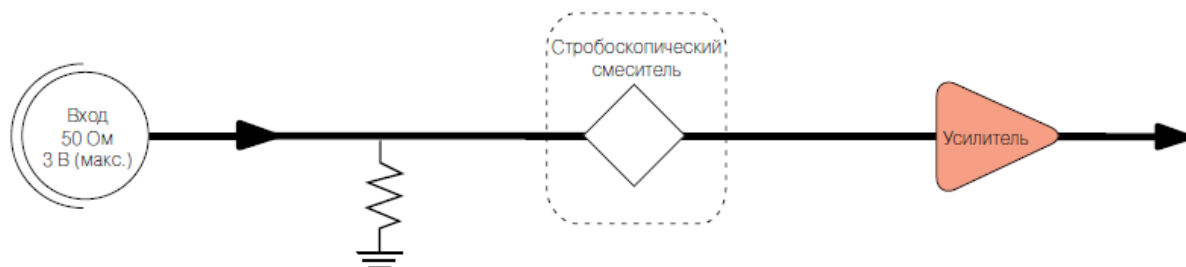


Рисунок 3 - Архитектура цифрового стробоскопического осциллографа

Входной сигнал проходит процедуру выборки, перед тем как выполняется его ослабление или усиления. Поскольку полоса сигнала после стробоскопического смесителя ограничивается, может быть использован относительно узкополосный усилитель. Таким образом, полоса пропускания входного усилителя не является ограничивающим фактором для частотного диапазона осциллографов такого типа. Однако, платой за широкую полосу осциллографов этой архитектуры является ограниченный динамический диапазон. Поскольку перед входом стробоскопического смесителя отсутствует аттенуатор/усилитель, то отсутствует и возможность изменения входных сигналов. Поэтому динамический диапазон входного сигнала осциллографа определяется динамическим диапазоном стробоскопического смесителя [8]. У большинства стробоскопических осциллографов эта характеристика ограничена значением примерно 1 В (пик-пик), в отличие от цифровых запоминающих осциллографов и осциллографов с цифровым люминофором, на вход которых можно подавать сигнал амплитудой до 50 или до 100 В. Помимо всего прочего, перед стробоскопическим смесителем нельзя включить защитные диоды, поскольку это ограничит полосу пропускания. Это значит, что безопасное входное напряжение осциллографа такого типа составляет

около 3 В, что является очевидным недостатком по сравнению со значением 500 В для осциллографов других типов.

При измерениях высокочастотных сигналов осциллографы DSO и DPO могут оказаться неспособными захватить достаточное количество выборок на одну развёртку. В этом случае цифровой стробоскопический осциллограф представляет собой идеальный инструмент для точного захвата сигналов с частотными составляющими, значительно превышающими скорость выборки прибора. Архитектура этих осциллографов позволяет работать с сигналами, полоса которых на порядок больше, чем у сигналов, доступных любому другому типу осциллографов. Стробоскопические осциллографы могут иметь ширину полосы пропускания и быстродействие системы запуска в десять раз выше, чем у любого другого прибора, предназначенного для измерений периодических сигналов. Современные стробоскопические осциллографы обладают полосой пропускания до 80 ГГц.

1.3 Параметры цифровых осциллографов

Основные параметры, определяющие возможности и степень функциональности цифровых осциллографов, являются рабочие характеристики, владение которыми дает возможность потенциальным пользователям при выборе прибора оценить и сравнить между собой различные модели из широкого ассортимента, предлагаемого современными разработчиками.

Полоса пропускания - максимальная частота пропускания осциллографа, равная частоте, на которой амплитуда сигнала уменьшается до 70,7 % от фактической амплитуды сигнала или на 3 дБ (логарифмическая зависимость). Для цифровых осциллографов необходимо различать понятия полосы пропускания для повторяющихся сигналов и полосы пропускания для однократных сигналов. Понятие полосы пропускания для повторяющихся сигналов не зависит от частоты дискретизации, и имеет довольно таки высокое

значение так как, осциллограф воспроизводит повторяющийся сигнал за несколько запусков. Что до работы с однократными или с непериодическими сигналами, то в данном случае полоса пропускания зависит от частоты дискретизации, потому что осциллограф должен захватить и оцифровать полученный сигнал за один такт.

При выборе цифрового осциллографа существует правило, что полоса пропускания должна минимум в три раза превышать значения основных частот исследуемых сигналов и чем больше соотношение (может достигать 10:1), тем точнее результат выдает осциллограф.

Необходимо также выделить еще одну характеристику – время нарастания фронта импульса. Данная характеристика характеризует требования пользователя к полосе частот. Так как довольно часто изучаемые сигналы имеют множество гармоник на частотах, которые отличаются от фундаментальных значений частот исследуемого сигнала, и, к примеру, если пользователь анализирует прямоугольный сигнал, то в действительности он содержит частоты минимум в 10 раз превышающие базовую частоту исследуемого сигнала. Если значение полосы частот осциллографа будет неудовлетворительным, то при исследовании сигналов на дисплее будут изображены закруглённые углы, вместо чётких и ясных краёв, которые характеризуют высокую скорость нарастания фронта импульса [9].

Частота дискретизации – равна скорости, с которой осциллограф может оцифровывать входной сигнал. Данная характеристика при высоких значениях отвечает за более высокие значения полосы пропускания однократных сигналов и, соответственно, дает лучшее разрешение. Кроме этого можно сделать вывод, что указанное в инструкции значение частоты дискретизации относится всего лишь к одному каналу, а при работе с несколькими каналами одновременно значение характеристики будет уменьшаться, что приведет к возникновению искаженных сигналов. Еще одним немаловажным замечанием является то, что большая часть осциллографов функционируют на максимальной частоте дискретизации и только на самых высоких скоростях развертки, а на

медленных скоростях развертки, частота дискретизации автоматически уменьшается.

Объем памяти – характеристика цифрового осциллографа, связанная с значением частоты дискретизации, а также зависящая от требуемого времени непрерывного анализа. Осциллографы с большим объемом памяти позволяют рассматривать захваченные сигналы довольно продолжительные периоды времени с большим разрешением между точками. Для любого определенного случая, учитывая значения временного интервала (ВИ) и частоты дискретизации (ЧД), можно определить величину объема памяти (ОП) таким образом:

$$\text{ОП} = \text{ЧД} \times \text{ВИ} \quad (1)$$

Вследствие того, что глубина памяти осциллографов ограничена, то появляется потребность в ограничении частоты выборки, так как, чем глубже память осциллографа, тем больше времени выделяется на захват точек данных при максимальном значении частоты дискретизации.

Из вышеизложенного можно сделать два вывода:

Для сохранения максимальной частоты дискретизации при увеличении значений коэффициента развертки следует увеличивать объем внутренней памяти;

При уменьшении длины внутренней памяти и постоянном коэффициенте развертки, частота дискретизации неминуемо уменьшается.

Количество каналов – характеристика цифровых осциллографов, обеспечивающая пользователям возможность синхронного исследования двух или более сигналов. В настоящее время высоким спросом пользуются двухканальные осциллографы. Также есть осциллографы, которые включают в себя как основные, так и дополнительные каналы, но в данном случае в осциллографе есть АЦП для основных каналов, а дополнительные каналы применяются для работы с цифровыми сигналами.

Режимы синхронизации – запуск осциллографа по фронту (перепаду) используется большинством пользователей и есть достаточным для решения

общих задач. Но при постановке более сложных проблем (исследование сигналов сложных форм) возникает потребность в использовании дополнительных возможностей по запуску. Современные модели осциллографов предлагают дополнительные функции запусков, например, по логическому состоянию, по импульсной помехе, по телевизионному или видеосигналу и т.д.

Режимы курсорных измерений – дают возможность проводить амплитудные или временные измерения с помощью установки вертикальных или горизонтальных курсоров в нужные точки осциллограммы. К примеру, при амплитудных измерениях есть возможность найти значение размаха или разности напряжений, а при временных измерениях - разность значений по оси времени [10].

1.4 Виртуальные осциллографы

1.4.1 Назначение виртуальных осциллографов и их типы

В последние годы наравне с обычными аналоговыми осциллографами повсюду применяются цифровые и запоминающие осциллографы, которые допускают подключение к персональному компьютеру (ПК). Это резко расширяет возможности таких приборов, позволяя использовать очень мощные и доступные средства обработки сигналов. Тем не менее, популярные приборы этого типа, например фирм Tektronix или Fluke, дорогостоящие и недоступны большинству специалистов. Помимо этого, есть определенные проблемы при их подключением к ПК с помощью дорогих и редких в продаже дополнительных аксессуаров. [11]

Ввиду этого, представляют интерес осциллографы выполненные в виде приставок к ПК (поэтому их называют также РС-осциллографы). «Виртуальность» таких осциллографов проявляется только в том, что передняя панель осциллографа создается на экране дисплея ПК необходимыми программными средствами. Управление осциллографом реализуется при

помощи графического манипулятора-мыши. В реальности такие аппараты являются цифровыми или стробоскопическими осциллографическими приставками к настольному или мобильному ПК, позволяющими строить высококачественные осциллограммы с высоким разрешением, разными цветами линий отсутствием геометрических искажений. Их можно обрабатывать на компьютере, наблюдать на экране его дисплея и печатать принтером. С помощью компьютера реализуются и функции запоминания осциллограмм и обмена ими – в том числе через Интернет и с помощью электронной почты.

У подобных осциллографов принцип действия заключается в стробировании входного сигнала путем выделения из него коротких вырезок-отсчетов. Они оцифровываются при помощи быстродействующего аналого-цифрового преобразователя приставки или платы, и коды отсчетов передаются в ПК через какой-либо порт связи с внешними устройствами. Использование стробоскопических осциллографических приставок для ПК имеет ряд достоинств:

- упрощается конструкция прибора, так как нет необходимости в электронно-лучевой трубке, органах управления осциллографом, мощных и высоковольтных источниках питания и др.,
- данные приборы дешевле;
- осуществляется естественная стыковка с ПК (настольным или ноутбуком), что гарантирует простоту цифровой обработки данных, к примеру, при помощи систем компьютерной математики;
- возникает возможность без труда осуществлять цифровые обработки методов сигналов, например построение спектра методом быстрого преобразования Фурье либо регистрация сигналов в течение продолжительного интервала времени с записью сигнала в память персонального компьютера [12].

Есть у приставок и определенные недостатки: соединение с ПК многожильным кабелем, питание от отдельного сетевого адаптера, необходимость в применении специального программного обеспечения и др.

Приставки обычно уступают куда более дорогим осциллографам по предельным частотно-временным параметрам и скорости обмена данными между измерительной схемой приборов и экраном.

1.4.2 Виртуальные осциллографы в виде плат расширения ПК

Миниатюризация узлов цифровых осциллографов развивается так быстро, что уже десять лет тому назад появились первые цифровые осциллографы, выполненные в виде карт расширения персональных компьютеров. Такие карты размещаются в корпусе компьютера и содержат разъемы для подключения исследуемых устройств, размещаемые на задней стороне карты.

Такое конструктивное решение имеет ряд достоинств:

- происходит дальнейшее упрощение конструкции средств осциллографирования;
- отпадает необходимость в корпусе приставки и источнике ее электропитания;
- становится возможным подключение приставки прямо к скоростной системной шине ПК; сокращается число кабелей [13].

В то же время можно отметить и недостатки такого решения:

- габариты плат расширения довольно малы, особенно по толщине, что затрудняет применение высококачественных и широкополосных узлов;
- платы занимают слот, а чаще даже два слота расширения;
- питание плат от источников электропитания ПК может вызвать их перегрузку;
- платы нуждаются в серьезном экранировании;
- удлиняется длина сигнальных кабелей;
- эта возможность отсутствует у портативных ПК - ноутбуков, у которых платы расширения не применяются.

Нередко фирмы, выпускающие такие платы, выпускают приставки-осциллографы в отдельном корпусе. Часто они стоят намного дешевле, чем аналогичный по параметрам цифровой или стробоскопический осциллограф. Однако рассчитывать на большую экономию от использования таких плат не приходится – сверхширокополосные платы осциллографы стоят довольно дорого.

1.4.3 Сравнение цен и технических характеристик виртуальных осциллографов

На сегодняшний день огромное количество производителей предлагают широкий ассортимент виртуальных измерительных приборов, с различным ценовым диапазоном. Перечень производителей, цен и технических характеристик осциллографов сведены в таблицу 1 [14], [15], [16].

Проанализированные осциллографы имеют недостаточную полосу пропускания, то есть, например, при исследовании сигналов прямоугольной формы, их отображение будет неточным, что приведет к неточности выполняемых измерений. Помимо этого, большая часть осциллографов имеет всего лишь 2 канала, но для отображения большего количества исследуемых сигналов необходимо иметь достаточное количество каналов в приборе. Таким образом, стоимость осциллографов с большим количеством каналов будет существенно выше.

Таблица 1 – Анализ ценовых и технических параметров осциллографов

Устройство/Производитель	Количество каналов	Частота дискретизации	Полоса пропускания	Импеданс	Диапазоны	Относительная погрешность	Стоимость
DSO6022B E/Hantek	2	48 МГц (48 Мвыб./с) в одноканальном режиме 24 Мвыб/с в двухканальном	при 20 мВ, 50 мВ, 100 мВ - 5 МГц при 200 мВ - 10 МГц при 500 мВ, 1 В, 2 В, 5 В - 20 МГц	1 МОм 25 пФ	20 мВ-5 В	± 3 %	5400 руб.
DSO6074B C/Hantek	4	1 ГГц в одноканальном режиме, делится на количество каналов	70 МГц	1 МОм 25 пФ	2 мВ-10 В	± 3 %	15500 руб.
PCS100A/V elleman	1	32 МГц	12 МГц	1 МОм 30 пФ	10 мВ-3 В	± 2,5 %	8970 руб.
PCSU1000/ Velleman	2	1 ГГц	60 МГц	1 МОм 30 пФ	5 мВ-2 В	± 1 %	18100 руб.
U2701A/Keysight Technologies	2	1 ГГц	100 МГц	1 МОм 16 пФ	2 мВ-5 В		106680 руб.

Продолжение таблицы 1

ZET 302/ZETLA В	2	1 ГГц	20 МГц	1 МОм 20 пФ	2 мВ-5 В	± 0,6 %	13300 руб.
АКИП- 4106/1/АК ИП	1	100 МГц	25 МГц	1 МОм 20 пФ	100 мВ-20 В	± 3 %	22300 руб.
АКИП- 4112/ АКИП	2	2,5 ГГц	12 ГГц	50 Ом		± 2 %	772000 руб.
PXIe-5162/ National Instruments	2 или 4	300 МГц	1,5 ГГц	50 Ом / 1 МОм	50 мВ-5 В; 50 мВ- 50 В		От 1013840 руб.
LTR210/L- card	2	10 МГц			500 мВ-10 В	± 0,2 %	41050 руб.
WaveJet WJ 322A/ LeCroy	2	1 ГГц	200 МГц	1 МОм 16 пФ	2 мВ - 10 В		
Oscilloscop e for MyRIO	4	500 кГц	300 кГц	100 Ом 22 пФ	От 0 до 5 В ±10 В	± 0,8 %	38455 руб.

2 Программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС)

Программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) - электронный элемент, который применяется для создания цифровых интегральных схем.

По мере развития цифровых микросхем появилось противоречие между вероятной степенью интеграции и номенклатурой выпускаемых микросхем. Экономически было выгодно выпускать подобные микросхемы средней интеграции, таких как регистры, счетчики, сумматоры. Из подобных узлов доводилось создавать более сложные схемы. Размещать такие сложные схемы на полупроводниковом кристалле было несложно, но это оправдывалось или довольно большой серийностью аппаратуры, или стоимостью аппаратуры (военная, авиационная или космическая). Заказные микросхемы никак не удовлетворяли возникшую потребность в миниатюризации аппаратуры. Решением в данной ситуации было следующим - обеспечить разработчиков аппаратуры возможностью модифицировать внутреннюю структуру микросхемы (программировать).

История развития программируемых логических интегральных схем возникает с появления программируемых постоянных запоминающих устройств. Первое время программируемые постоянно-запоминающие устройства (ПЗУ) применялись только для хранения информации, но в скором времени их начали использовать для реализации цифровых комбинационных устройств с произвольной таблицей истинности. В качестве недостатка такого решения необходимо выделить экспоненциальный рост сложности устройства в зависимости от количества входов. Присоединение одного дополнительного входа цифрового устройства приводит к удвоению необходимого количества ячеек памяти ПЗУ. Это не позволяет осуществить многовходовые комбинационные цифровые схемы.

Для осуществления цифровых комбинационных устройств с большим числом входов были разработаны программируемые логические матрицы

(ПЛИМ). В частности, программируемые логические матрицы можно считать первыми программируемыми логическими интегральными схемами (Programmable Logic Devices — PLDs). ПЛИМ приобрели широкое распространение в качестве основных универсальных микросхем большой интеграции [17].

2.1 Классификация ПЛИС

На данный момент программируемые логические интегральные схемы развиваются по нескольким направлениям, таким образом, появилась необходимость различать эти микросхемы. Классификация программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) приведена на рисунке 4.

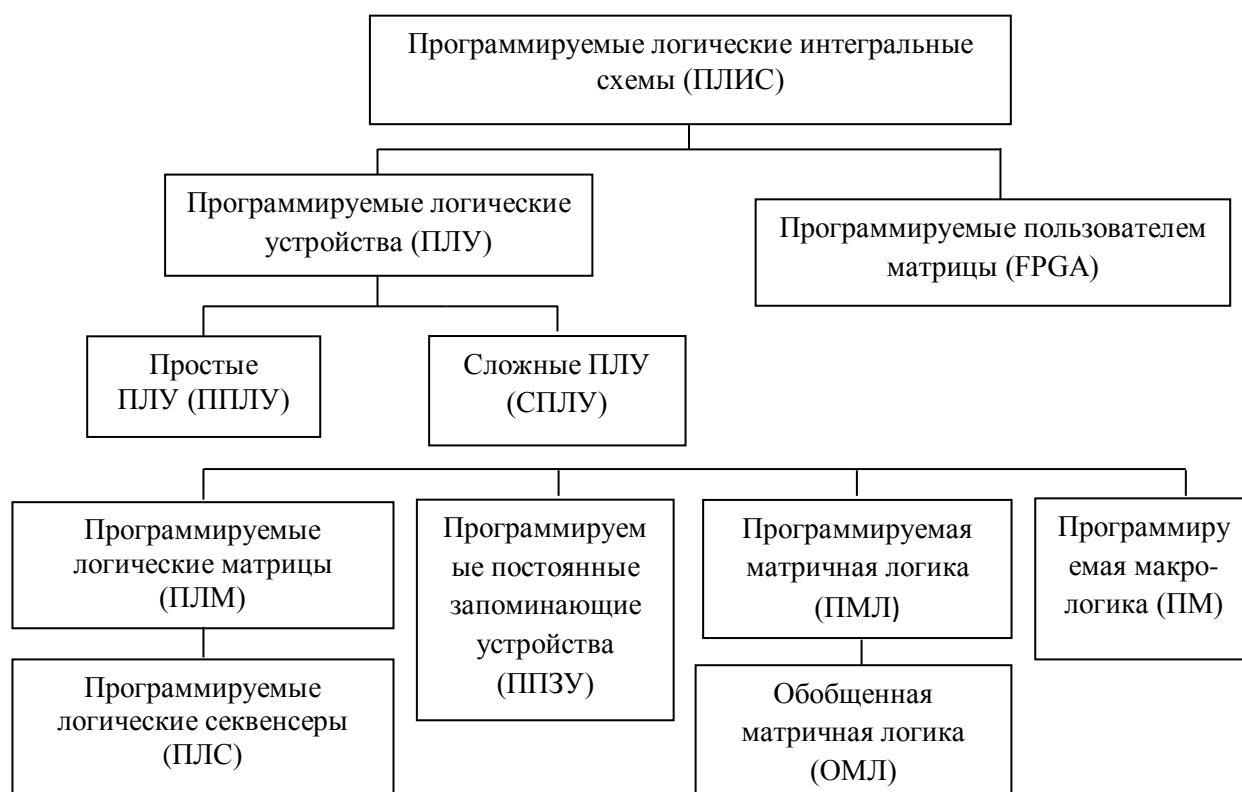


Рисунок 4 - Классификация программируемых логических интегральных схем

Стоит подчеркнуть, что программируемые логические матрицы (ПЛИМ) реализуют довольно популярные принципы формирования цифровой комбинационной схемы по таблице истинности. Использование постоянных

запоминающих устройств (ПЗУ) в виде комбинационной схемы дает возможность обойтись без составления комбинационной функции, и ее минимизации. Области применения таких микросхем сразу определились. ПЗУ употреблялись для создания комбинационных схем с небольшим количеством входов. При увеличении количества входов сложность внутреннего устройства ПЗУ и его стоимость стремительно увеличивались (по квадратичному закону). ПЛМ позволяли осуществлять таблицы истинности с относительно небольшим количеством единичных сигналов на выходе и большим количеством входных сигналов, или неплохо минимизирующиеся логические функции.

Первое время цифровые устройства с памятью выполнялись или на нескольких ПЛМ, или прибавляли внешние триггеры, далее начали включать их в структуру программируемые логические устройства. Соответственно при увеличении степени интеграции микросхем появилась необходимость в объединении полученных сложных микросхем на одном кристалле. В конечном итоге возникли сложные программируемые логические устройства (СПЛУ). У них появилась возможность программировать не только таблицу истинности комбинационного устройства, но и линии соединения входов и выходов ПЛД между собой. Следовательно, можно считать СПЛУ дальнейшим развитием ПЛМ и ПЛУ.[18]

Аналогично развивались цифровые устройства на ПЗУ. Первоначально к их выходам добавили триггер. Подобным устройствам дали возможность отключать его при необходимости. После чего, некоторое количество таких схем расположили на одном кристалле и дали возможность программировать соединения их входов и выходов между собой. Такие устройства называются FPGA.

FPGA является универсальным многоуровневым программным логическим устройством.

FPGA состоит из:

-логических блоков - для реализации комбинационной и последовательной логической схемы;

- программируемых соединений;
- блоков ввода/вывода - они блокируют логические блоки на периферии устройства для внешнего подключения[19].

2.2 Платформа NI MyRIO

Платформа NI MyRIO является портативным встраиваемым устройством, которое дает возможность разрабатывать системы мониторинга и управления реального времени более быстро, чем когда-либо. Данная платформа была создана для того, чтобы пользователи могли решать «настоящие» инженерные задачи. Внешний вид устройства показан на рисунке 5.



Рисунок 5 – Устройство MyRIO

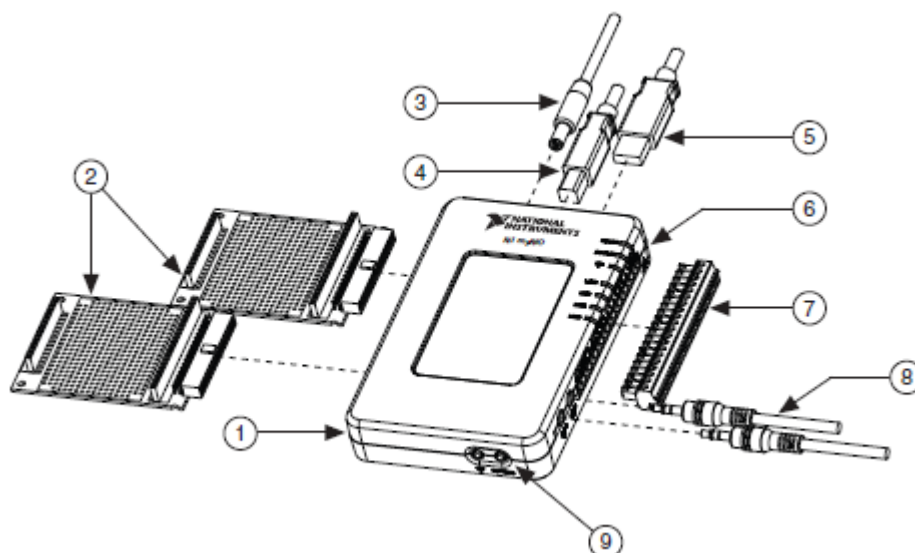
Устройство MyRIO имеет двухъядерный программируемый процессор ARM Cortex-A9 с тактовой частотой 667 МГц. Также имеется кастомизируемая ПЛИС Xilinx, которая может быть использована для начала разработки систем и решения встающих перед пользователем проблем разработчика. В NI MyRIO входит программируемый чип Zynq-7010, благодаря которому можно в полную силу использовать возможности среды программирования LabVIEW как для ПЛИС, так и для приложений реального времени [20].

NI MyRIO – реконфигурируемый инструмент, подходящий для многократного использования. Приложения могут быть запущены удаленно, а также без подключения к персональному компьютеру (ПК), так как имеется возможность работы с ПЛИС, реальным временем и встроенным Wi-Fi модулем. Связь прибора с датчиками и электрическими схемами, используемыми пользователями в их системах, обеспечивается по трем разъемам: двум портам расширения NI MyRIO (MXP) и одному порту NI miniSystems (MSP), идентичному разъему NI myDAQ. В общей сложности в NI MyRIO содержится 40 цифровых линий ввода/вывода с поддержкой SPI, PWM-выхода, входного импульсного датчика, интерфейсов UART и I²C, восемь односторонних и два дифференциальных аналоговых входов, четыре односторонних аналоговых выхода, два общих аналоговых выхода, обеспечивающих подключение бесчисленного количества сенсоров, устройств и программируемых контроллеров системы. При использовании NI MyRIO отсутствует необходимость в платах расширения либо «щитах» для добавления нужных возможностей, так как вся необходимая функциональность предварительно встроена и настроена в базовом функционале ПЛИС [21].

Кроме перечисленных выше характеристик, имеются следующие компоненты:

- USB-порты: USB hostport и USB-порт для устройств и подключения к ПК;
- аудио: аудио вход и аудио выход;
- пользовательские кнопки и кнопки сброса;
- диоды питания, статуса и Wi-Fi;
- четыре определяемых пользователем светодиода;
- акселерометр.

Расположение всех вышеперечисленных компонентов представлено на рисунке 6.



1 – NI MyRIO; 2 – выводы порта расширения MXP; 3 – кабель подключения питания; 4 – кабель USBустройства; 5 – кабель USBhost; 6 – светодиоды; 7 – коннектор MSP-порта; 8 – кабели аудио входа и аудио выхода; 9 – кнопка «Button»

Рисунок 6 – Расположение компонентов NI MyRIO

В освоении NI MyRIO довольно легко, прост для запуска; пользователь без затруднений может определить его рабочий статус. Вследствие внедренной полностью настроенной ПЛИС еще на стадии производства, пользователю нет необходимости программировать ПЛИС для нормального функционирования системы. Тем не менее, когда пользователь дойдет до работы с ПЛИС и настроек поведения устройства для нужд определенной задачи, мощь ПЛИС становится очевидной.

4 Финансовый менеджмент

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для того чтобы определить потенциальных потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевым рынком выполненной работы являются научно-исследовательские институты (НИИ) и учреждения, занимающиеся измерениями параметров электрических сигналов, так как виртуальные цифровые осциллографы позволяют улучшить качество измерений и проводить измерения более точно.

Сегментом этого рынка являются исследовательские лаборатории, отделы технической диагностики и вычислительной техники.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. В таблице 4.1 приведена карта для оценки сильных и слабых сторон разработок конкурентов.

Таблица 4.1- Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _{к1}	К _{к2}	К _ф
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,19	4	2	3	0,38	0,57	0,76

Продолжение таблицы 4.1

2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,17	5	3	4	0,51	0,68	0,85
3. Энергоэкономичность	0,13	4	4	2	0,52	0,26	0,52
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	3	3	0,3	0,3	0,5
2. Уровень проникновения на рынок	0,09	3	5	5	0,45	0,45	0,27
3. Цена	0,08	5	3	4	0,24	0,32	0,4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	3	3	0,21	0,21	0,28
6. Финансирование научной разработки	0,09	4	4	5	0,36	0,45	0,36
Срок выхода на рынок	0,08	5	3	3	0,24	0,24	0,4
Итого	1				3,21	3,48	4,34

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таким образом, конкурентоспособность разработки составила 4,34, в то время как двух других аналогов 3,21 и 3,48 соответственно. Результаты показывают, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как удобство в эксплуатации, цена.

4.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Простота применения С2. Экологические технологии. С3. Возможность экономии времени С4. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Необходимость проведения дополнительных исследований Сл3. Отсутствие необходимого оборудования и программного обеспечения (ПО) для проведения испытаний Сл4. Отсутствие бюджетного финансирования.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Использование инфраструктуры томского регионального центра пользования (ТРЦКП) научным оборудованием В3. Повышение стоимости конкурентных разработок		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходят к реализации второго этапа, который состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо

знаком «+» – сильное соответствие сильных сторон возможностям, либо знаком «-» – слабое соответствие; «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 4.3 - Интерактивная матрица проекта. Сильные стороны и возможности проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	-	+
	B2	+	+	-	+
	B3	-	+	+	0

B1B2C1C2C4; B3C2C3.

Таблица 4.4 - Интерактивная матрица проекта. Сильные стороны и угрозы проекта

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	Y1	+	+	-	+
	Y2	+	+	-	+
	Y3	-	-	0	0

Y1Y2C1C2C4.

Таблица 4.5 - Интерактивная матрица проекта. Слабые стороны и возможности проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	+	+	-	-
	B2	+	+	-	-
	B3	0	+	+	+

B1B2Сл1Сл2; B3Сл2Сл3Сл4

Таблица 4.6 - Интерактивная матрица проекта. Слабые стороны и угрозы проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	Y1	+	-	-	+
	Y2	+	+	+	-
	Y3	-	-	-	0

Y1Сл1Сл4; Y2Сл1Сл2Сл3.

В рамках **третьего этапа** должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Итоговая матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Простота применения</p> <p>С2. Экологические технологии.</p> <p>С3. Возможность экономии времени</p> <p>С4. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки</p> <p>Сл2. Необходимость проведения дополнительных исследований</p> <p>Сл3. Отсутствие необходимого оборудования и программного обеспечения (ПО) для проведения испытаний</p> <p>Сл4. Отсутствие бюджетного финансирования.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Использование инфраструктуры томского регионального центра коллективного пользования (ТРЦКП) научным оборудованием</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>Простота применения и адекватность разработки может вызвать спрос на нее, а это в свою очередь увеличит количество спонсоров (В1В2С1С2С4). Кроме того, унифицированность и адекватность разработки может уменьшить конкурентоспособность других разработок (В3С2С3).</p>	<p>Инновационные инфраструктуры ТПУ и ТРЦКП могут оказать помощь в финансировании проекта, а также могут позволить снизить финансирование научной разработки к минимуму (В1В2Сл1Сл2). Помехой для повышения стоимости конкурентных разработок могут послужить отсутствие необходимого оборудования и ПО для проведения испытаний (В3Сл2Сл3Сл4).</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>	<p>В силу того, что в данной разработке используется более новая информация наряду со старой, то это может повысить спрос и конкуренцию разработки (У1У2С1С2С4).</p>	<p>Конкретизация только на одном сегменте рынка и отсутствии необходим инструментов для реализации проекта (У2Сл1Сл2Сл3). Отсутствие прототипа научной разработки говорит об отсутствии спроса на новые технологии и отсутствии конкуренции проекта (У1Сл1Сл4).</p>

4.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать. Устав научного проекта должен иметь следующую структуру:

Цели и результат проекта. В данном разделе приводится информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Это могут быть заказчики, спонсоры, общественность и т. п. Информация по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ Лаборатории	Виртуальные цифровые осциллографы позволяют улучшить качество измерений и проводить измерения более точно.

В таблице 4.9 предоставлена информация об иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели проекта включают цели в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Таблица 4.9 – Цели и результаты проекта

Цель проекта:	Программа осциллографа
---------------	------------------------

Продолжение таблицы 4.9

Ожидаемые результаты проекта:	Разработка программы четырехканального осциллографа и получение результатов измерений.
Критерии приемки результата проекта:	1. Адекватность результатов измерений 2. Точность проведения измерений
Требования к результату проекта:	1. Разработать и испытать программу Oscilloscope for myRIO. 2. Получить адекватные результаты измерений

Организационная структура проекта. На данном этапе работы решаются следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определяется роль каждого участника в данном проекте, а также прописываются функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Данная информация представлена в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Рабочая группа проекта

ФИО	Роль в проекте	Функции
Баранов Павел Федорович, НИ ТПУ, к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ	Руководитель	Координация деятельности проекта
Писаренко Яна Олеговна, НИ ТПУ, ИШИТР, отделение ОАР, магистр	Исполнитель	Выполнение исследовательской работы

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят в данном случае научный руководитель и студент. Составленный перечень этапов, работ и распределение исполнителей приведен в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Анализ использующихся средств и методов	
	9	Систематизация и оформление информации	
Оценка полученных результатов	10	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	11	Заключение	Научный руководитель, студент

4.4 Затраты по основной заработной плате исполнителей темы.

Определение трудоемкости выполнения работ

Для расчета затрат на оплату труда на этапе проектирования необходимо сначала определить продолжительность каждой работы, начиная с составления технического задания (ТЗ) и до оформления документации включительно). Продолжительность работ ($t_{ож}$) определяется либо по нормативам для каждого исполнителя в отдельности, либо расчетом с помощью экспертных оценок по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5}, \quad (4.2)$$

где t_{\min} - минимальная трудоемкость работ, человек-дни;

t_{\max} - максимальная трудоемкость работ, человек-дни.

Для расчета заработной платы основных исполнителей проекта необходимо ожидаемое время перевести в рабочее по формуле:

$$t_{\text{раб}} = t_{\text{ож}} \cdot K_{\text{д}}, \quad (4.3)$$

где $K_{\text{д}}$ - коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{\text{д}}=1,2$).



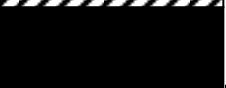





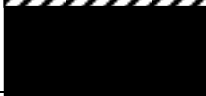

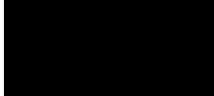


Данные расчеты приведены в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – График проведения научного исследования

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.			
					T_{Pi}		T_K	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	С	НР	С
Постановка задачи	НР	1	2	1,4	0,9	–	1,7	–
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, С	7	9	7,8	1,46	4,7	2,5	5,8
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, С	5	6	5,4	9	11,1	3,6	3,9
Разработка календарного плана	НР, С	5	6	5,4	2,7	3,2	1,6	3,9
Обсуждение литературы	НР, С	4	6	4,8	0,9	2,9	5,9	3,5
Экспериментальные исследования	НР, С	20	25	22	3,5	7,2	6,9	16,2
Обобщение и оценка результатов	НР, С	14	16	14,8	14,8	17,9	9,3	10,9
Проектирование и изготовление лабораторного стенда	С	6	9	7,8	-	4,7	1,1	5,8
Оформление расчетно - пояснительной записки	С	1	3	1,8	-	1,1	–	1,3
Подведение итогов	НР, С	4	5	4,4	4,4	2,6	5,4	3,2
Итого:		67	87	75,6	37,6	55,4	38	54,5

На основе таблицы 4.11 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы 4.12 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 4.13 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ рабо т	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр.		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление ТЗ, постановка задачи	Руководитель	7													
2	Изучение и обсуждение литературы	Руков., студ.	21													
3	Экспериментальные исследования	Руков., студ.	15													
4	Обобщение и оценка результатов	Руков., студ.	20													
5	Проектирование и изготовление лабораторного стенда	Руков., стул.	14													
6	Оформление расчетно - пояснительной записки	Инженер (дипломник)	14													
7	Подведение итогов	Руков., студ.	8													



- руководитель



- инженер

4.5 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования (НТИ) должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

4.5.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий - объектов испытаний (исследований);

Материалы необходимые для данной разработки представлены в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, рубли	Затраты на материалы, рубли.
Бумага для принтера		Исп.1	Исп.1	Исп.1
				210
Печать листов		80	1,5	120
Канцелярские товары (ручка, тетрадь)		3		30
Итого				360

4.5.2 Расчет заработной платы основных исполнителей проекта

Расчет расходов на заработную плату берется на основе отраслевой системы оплаты труда в ТПУ в соответствии с должностями участников:

руководитель (к.н.н., доцент) = 33664 руб.;

студент (УВП) = 9489 руб.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Затраты на основную заработную плату

Исполни- тель	Оклад с учетом районного коэффициента 30 % (рубли)	Среднедневная заработная плата (рубли/дни)	Трудоем- кость, рабочие дни	Основная заработная плата (рубли)
1.Руководи тель	43763	1683	34	57222
2. Студент	12335	474	99	46926
3. ИТОГО				104148

4.5.3 Затраты по дополнительной заработной плате

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot ЗП_{осн}, \quad (6)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12).

Дополнительная заработная плата студента составляет $Z_{\text{доп}}=5631$ рублей, а руководителя составляет $Z_{\text{доп}}=19226,7$ рублей.

4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), Пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (федеральным (ФФОМС) и территориальным (ТФОМС)) от затрат на оплату труда работников, объединенные в форме единого социального платежа.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{страх.вып.}} = (1 + k_{\text{соц}}) \cdot (Z_{\text{П осн}} + Z_{\text{П доп}}) \quad (4.4)$$

где $k_{\text{соц}}$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды, принятый равным 30 % для учреждений, осуществляющих научную деятельность.

Величина отчислений во внебюджетные фонды студента в исполнении 1 $Z_{\text{страх.вып.}}=15767,1$ руб., а руководителя $Z_{\text{страх.вып.}}=17016,09$ руб.

4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.5)$$

где $k_{\text{нр}}$ - коэффициент, учитывающий накладные расходы. В экономической части при определении величины коэффициента накладных расходов можно ориентироваться на значения 16 %.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (4.6)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

Накладные расходы составили $C_{\text{накл.}} = 103204,56$ руб.

Рассчитанная величина себестоимости разработки является основой для обоснования ее цены, которая при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела цены на научно-техническую продукцию.

Расчет цены разработки приведен в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Расчет цены разработки

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты (за вычетом возвратных отходов);	360	Пункт 4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	104148	Пункт 4.5.1
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	24857,7	Пункт 4.5.2
4. Отчисления во внебюджетные фонды	32783,19	Пункт 4.5.3
5. Накладные расходы	25943,82	16 % от суммы статей 1-4
6. Себестоимость НИР	188092,71	Сумма статей 1- 5

Таким образом, себестоимость разработки составляет 188092,71 рублей.

4.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Разработанный виртуальный осциллограф является экономически эффективным, поскольку нет необходимости в покупке дорогостоящего аппаратного осциллографа. Виртуальный осциллограф, разработанный на базе платформы NI myRIO может включать в себя все функции современных осциллографов. С интерфейсом прибора может разобраться программист, в результате чего теряется необходимость в инженере, который бы налаживал аппаратную часть прибора, помимо этого очень удобно иметь осциллограф в ПК, нет необходимости докупать какие-либо комплектующие. Данная разработка открыта для модификаций, так как используется понятный алгоритм. Чтобы получить новую функцию в осциллографе не требуется покупка нового, а есть возможность доработать имеющийся. Кроме этого, данный виртуальный осциллограф выдает сигналы с малой погрешностью, что позволяет его ставить на ступень выше с аналогами. Таким образом, данная разработка является экономически выгодой.

4.8 Выводы по разделу

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

- в результате проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны проекта, проведена оценка возможных угроз и возможностей проекта. Было установлено, что разработка четырехканального осциллографа на базе платформы NI MYRIO имеет несколько важных преимуществ, обеспечивающих повышение производительности, безопасности и экономичности технологических процессов.
- в результате сравнения конкурентных технических решений, было

выявлено, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет ряд преимуществ.

– был проведен расчет цены разработки, который составил 239144 рублей. Таким образом, это позволило оценить первоначальный бюджет затрат на реализацию научно-технического проекта.

С учетом вышенаписанного, можно сделать вывод, что выполнение научно-исследовательских работ оценивается уровнями достижения экономического, научного, научно-технического и социального эффектов. Реализация данного научно-технического проекта, позволяет увеличить эффективность производства, с ресурсосберегающей стороны путем внедрения новых более функциональных виртуальных осциллографов, это позволит производить измерения более точно, а социальную, путем улучшения безопасности и улучшении условий труда.

5 Социальная ответственность

В данном разделе рассматривается комплекс мероприятий, с помощью которых происходит минимизация негативного воздействия факторов, возникающих при работе с компьютером. Благодаря проведению данных мероприятий можно повысить производительность труда сотрудников, которые занимаются проведением исследований с помощью встраиваемого четырехканального осциллографа на базе платформы NI MYRIO. Данная разработка будет осуществляться в кабинете, который оснащен рабочим местом, а также компьютером. Основной областью применения разрабатываемого решения будут являться радиотехнические исследования для измерения параметров электрических сигналов.

Работа с компьютером вызывает значительное умственное напряжение и нагрузку пользователя, высокую напряженность зрительной работы и является причиной достаточно ощутимой нагрузки на мышцы рук при длительной работе с мышью и клавиатурой. Для оптимального поддержания рабочей позы пользователя необходимо рациональное расположение требуемых элементов и рациональная конструкция рабочего места. Также при работе с компьютером необходимо рационально распределять время на работу и отдых. При несоблюдении правильного режима возможны проявления болезненных ощущений, усталости, нервного напряжения и т.п.

5.1 Производственная безопасность

Для данной рабочей зоны необходимо проанализировать следующие факторы. К вредным факторам относятся:

- отклонение показателей микроклимата;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;

- умственное перенапряжение;
- монотонность труда.

К опасным факторам рабочей зоны относятся:

- поражение электрическим током;
- короткое замыкание;
- статическое электричество

Чрезвычайные ситуации характерные для данного объекта:

- пожар.

5.1.1 Анализ вредных факторов

5.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат является важной характеристикой производственных помещений. В организме человека происходит непрерывное выделение тепла. Одновременно с процессами выделения тепла происходит непрерывная теплоотдача в окружающую среду. Равновесие между выделением тепла и теплоотдачей регулируется процессами терморегуляции, т.е. способностью организма поддерживать постоянство теплообмена с сохранением постоянной температуры тела. Отдача тепла происходит различными видами: излучением, конвекцией, испарение влаги.

К параметрам микроклимата относятся: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха.

Оптимальные значения этих характеристик зависят от сезона (холодный, тёплый), а также от категории физической тяжести работы. Для инженера-метролога она является лёгкой (1а), так как работа проводится сидя, без систематических физических нагрузок.

Согласно требованиям, оптимальные параметры микроклимата в офисах приведены в таблице 5.1[23].

Таблица 5.1 – Оптимальные значения характеристик микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	40-60	0,1
Тёплый	23-25	40-60	0,1

Таблица 5.2 – Допустимые показатели микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин
Теплый	21,0-22,9	24,1-25,0	15-75	0,1	0,2
Холодный	20,0-21,9	25,1-28,0	15-75	0,1	0,1

Для создания благоприятных условий труда и повышения производительности, необходимо поддерживать оптимальные параметры микроклимата производственных помещений. Для этого должны быть предусмотрены следующие средства: центральное отопление, вентиляция (искусственная и естественная), искусственное кондиционирование. Так как, разработка проводилась в помещении, где присутствует центральное отопление, вентиляция, то можно сделать вывод, что помещение соответствует нормам.

5.1.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Одной из важных характеристик производственных помещений является уровень шума.

Основными источниками шума в помещении являются:

- система охлаждения центральных процессоров;
- жесткие диски;
- шум с улицы.

При выполнении основной работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. Допустимые уровни звукового давления в помещениях для персонала, осуществляющего эксплуатацию ЭВМ при разных значениях частот, приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Допустимые уровни звука на рабочем месте

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентного звука (в дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, программисты, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для снижения уровня шума, производимого персональными компьютерами рекомендуется регулярно проводить их техническое обслуживание: чистка от пыли, замена смазывающих веществ; также применяются звукопоглощающие материалы. Для снижения уровня шума с улицы рекомендуется установка герметичных стеклопакетов, а также посадка зеленых насаждений на прилегающей территории.

На территории имеются посадки зеленых насаждений, в помещении установлены стеклопакеты и разработка проводилась на персональном компьютере, прошедшем техническое обслуживание, таким образом, помещение соответствует нормам.

5.1.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

При работе с компьютером пользователь находится в непосредственной близости к монитору, что вызывает воздействие электромагнитных полей (ЭМП). Вредное влияние переменных магнитных полей должно быть учтено

при организации рабочего места с персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ).

Когда на человека воздействуют поля, напряженность которых выше допустимой нормы, то возникают нарушения нервной, сердечно-сосудистой системы и некоторых биологических показателей крови.

Работа проводилась на современном компьютере, где значения электромагнитного излучения малы и отвечают требованиям, которые приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Временно допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах.

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот от 2 кГц до 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот от 2 кГц до 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Для обеспечения нормальной деятельности пользователя с учетом норм предельно допустимой напряженности ЭМП экран монитора находится на расстоянии от 0,6 до 0,7 м, но не ближе, чем 0,5 м от глаз.

5.1.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Около 80% общего объема информации человек получает через зрительный канал. Качество поступающей информации во многом зависит от освещения, неудовлетворительное качество которого вызывает утомление организма в целом. При неудовлетворительном освещении снижается

производительность труда и увеличивается количество допускаемых метрологом ошибок.

Так как работа инженера-метролога подразумевает зрительный тип работы, то организация правильного освещения имеет значительное место. Пренебрежение данным фактором может привести к профессиональным болезням зрения.

В рабочем помещении необходимо естественное освещение (через окна) и искусственное освещение (использование ламп при недостатке естественного освещения).

Светильники в помещении должны располагаться равномерно по площади потолка, тем самым обеспечивая равномерное освещение рабочих мест.

Разряд зрительных работ инженера-метролога относится к разряду III подразряду г (высокой точности), параметры искусственного освещения указаны в таблице 5.5 [24].

Таблица 5.5 – Нормативные значения освещённости

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
						всего	в том числе от общего	
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	г	Средний и большой <<	Светлый << средний	400	200	200

Для расчёта общего равномерного освещения горизонтальной рабочей поверхности используют метод светового потока, учитывающий световой поток, отражённый от потолка и стен.

Расчётный световой поток, лм, группы светильников с люминесцентными лампами рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{л.расч} = E_n \cdot S \cdot Z \cdot K / N \cdot \eta \quad (5.1)$$

где E_n – нормированная минимальная освещенность, лк; S – площадь аудитории (45м^2);

Z – коэффициент минимальной освещенности; $Z = E_{сп} / E_{мин}$, для ЛЛ $Z = 1,1$;

K – коэффициент запаса (зависит от характеристики помещения – с малым выделением тепла $K = 1,5$);

N – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока ламп.

$$\Phi_{л.расч} = (300 \cdot 45 \cdot 1,1 \cdot 1,5) / (3 \cdot 0,34) = 20435,7 \text{ лм.}$$

Для расчета освещенности необходимо величину светового потока поделить на освещаемую площадь. Таким образом, освещенность аудитории составляет 454,13 лк, что соответствует нормативным показателям освещенности офисных помещений.

5.1.1.5 Нервно-психические перегрузки

Монотонной работой называют такую работу, отличительными признаками которой служит однообразие рабочих действий, их многократное повторение и небольшая длительность, однако и длительная операция, состоящая из однообразных циклов, также может быть монотонной. Если операция сводится к выполнению ограниченного круга действий (количество разнообразных элементов невелико), то она является монотонной даже при значительной длительности.

Монотонная работа отрицательно сказывается на эффективности производства: ухудшаются экономические показатели, повышается аварийность, травматизм, растет текучесть кадров.

Основные меры по уменьшению влияния монотонности на человека

- делать каждую операцию более содержательной, объединять малосодержательные операции в более сложные, продолжительностью не менее 30 секунд, состоять из элементов, позволяющих чередовать нагрузки на различные органы чувств и части тела;
- осуществлять перевод работающих с одной производственной операции на другую;
- применять оптимальные режимы труда и отдыха в течение рабочей смены: назначать короткие дополнительные перерывы для отдыха.

Эмоциональные напряжения вызывают изменения функционального состояния центральной нервной системы. Эмоциональные перегрузки имеют место:

- при работе по напряженному графику;
- на конвейере;
- в опасных условиях при возможности аварийных ситуаций;
- при ответственности за безопасность других лиц (руководители, диспетчеры);
- с материалами, загрязненными химическими веществами, радионуклидами и др.

Мероприятия по борьбе с монотонностью включают:

- рациональную организацию трудового процесса;
- повышение заинтересованности работника рабочим заданием;
- чередование трудовой деятельности;
- установление оптимальной продолжительности труда.

Работа инженера-метролога предполагает легкую физическую нагрузку и не допускает возникновения физических перегрузок за счет отсутствия динамических нагрузок, перемещения грузов и т.д. Рабочая поза свободная, удобная, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Риск умственных перегрузок в данной работе гораздо более велик. Во избежание

нервно-психических перегрузок регулярно устраиваются 15 минутные перерывы через каждый час работы.

Психофизиологические условия труда определяются также рабочей обстановкой, взаимоотношениями в трудовом коллективе (и особенно между работающими и руководителем), уровнем обслуживания, соответствием выполняемой работы способностям и склонностям работающего, общественной престижностью работы и т.п. Поэтому формы руководства трудовым коллективом играют исключительно важную роль.

5.2 Анализ опасных факторов

5.2.1 Опасность поражения электрическим током

В связи с наличием электрооборудования для данного производственного объекта характерным является возможность поражения электрическим током. Для снижения данного риска необходимо соблюдать нормы электробезопасности.

Электробезопасность — это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Опасность поражения электрическим током, в отличие от прочих опасностей, усугубляется тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно, как, например, движущейся части, раскалённый объект, открытые люки, не ограждённые площадки на больших высотах. Опасность обнаруживается слишком поздно - когда человек уже поражён.

Помещение, где расположены персональные вычислительные машины, относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствуют следующие факторы:

- сырость;

- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы;
- высокая температура;
- возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам и механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

Персональный компьютер питается от сети 220В переменного тока с частотой 50Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений, сообщить человеку, ответственному за оборудование

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести:

- при производстве монтажных работ необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА.
- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены.
- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены.
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал.
- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.

Электростатическая безопасность должна обеспечиваться за счет создания условий, предупреждающих возникновение разрядов статического электричества, способных стать источником зажигания объектов защиты. Предотвращение накопления зарядов статического электричества достигается

заземлением оборудования и коммуникаций, причем каждую систему взаимосвязанных машин, оборудования и конструкций, выполненных из металла, заземляют не менее чем в двух местах.

Для предотвращения опасности короткого замыкания используется контактный коммутационный аппарат, используемый для заземления частей цепи, способный выдерживать в течение нормированного времени токи при ненормальных условиях, таких как короткое замыкание.

5.3 Экологическая безопасность

Под охраной окружающей среды характеризуется различного рода мероприятиями, влияющие на следующие природные зоны:

- атмосфера;
- гидросфера;
- литосфера.

Помещение с персональным компьютером относится к пятому классу, размер санитарно-защитной зоны которого равен 50 метров, так как работа на персональном компьютере не является экологически опасной.

5.3.1 Загрязнение гидросферы

Загрязнение гидросферы огромны и происходят довольно давно. Основными источниками загрязнений являются промышленность и сельское хозяйство. Внутренние водоемы загрязняются сточными водами различных отраслей промышленности.

Сточная вода – это вода, бывшая в бытовом или производственном употреблении, а также прошедшая через какую-либо загрязненную территорию.[26]

В процессе работы инженера-метролога возможно образование хозяйственно – бытовых вод.

Бытовые сточные воды помещения образуются при эксплуатации туалетов, столовой, а также при мытье рук, полов и т.п. Данные воды должны отправляться на городскую станцию очистки.

5.3.2 Отходы

Основные виды загрязнения литосферы – твердые бытовые и промышленные отходы.

В процессе работы инженера-метролога будут образовываться различные твердые отходы. К ним можно отнести: бумагу, батарейки, лампочки, использованные картриджи, отходы от продуктов питания и личной гигиены, отходы от канцелярских принадлежностей и т.д.

Защита почвенного покрова и недр от твердых отходов реализуется за счет сбора, сортирования и утилизации отходов и их организованного захоронения [27].

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях: На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.

1. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.

2. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.

3. Формируется приказ на утилизацию. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.

4. Получается специальная официальной формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

5. После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Компьютерную технику утилизируют посредством термической обработки (циклонные сепараторы, металлоплавильные и специальные микроволновые печи) и с помощью определенного оборудования.

Существуют станки для извлечения электронных элементов компьютерной техники, к примеру, плат. После автоматического изъятия компонентов проходит ручная сортировка. Затем детали отправляются в шредер или размольную мельницу, которые их перемалывают.

Утилизация люминесцентных ламп предусматривает несколько технологических процессов, которые позволяют получить безопасные отходы для захоронения и сырье для дальнейшего использования:

Стекло или колбы – готовы к вторичному применению

Алюминий и люминофор – смесь, содержащая ртуть

Механизм переработки может проходить химическим или термическим методом, каждый из которых имеет несколько вариантов:

- Амальгамирование. Процесс позволяет преобразовать ртуть в полу твердую амальгаму.

- Высокотемпературный обжиг, которому подвергаются отходы с содержанием ртути с целью нейтрализации токсических веществ, предусматривает обязательную очистку воздуха от токсичного пара.

Утилизация ртутных ламп термическим методом позволяет собирать пары ртути и сделать ее доступной для последующего использования.

Демеркуризация наиболее популярная технология, которая заключается в тонком измельчении осколков при повышенном температурном режиме с использованием химических элементов. Вибро-пневматическая технология позволяет разделить исходный материал на отдельные составляющие, пригодные для дальнейшего применения в производстве.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1 Опасность возникновения пожара

Наиболее характерной чрезвычайной ситуацией для данного производственного помещения является пожар.

Пожарная опасность персональных электронно-вычислительных машин, обусловлена наличием в применяемом электрооборудовании горючих изоляционных материалов. Горючими являются изоляция обмоток трансформаторов, различных электромагнитов, проводов и кабелей.

Согласно определению категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности (НПБ 105-03) производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на категории А, Б, В, Г, Д.

Помещение по пожарной и взрывной опасности относят к категории В (пожароопасность), так как к категории В относятся помещения, в которых находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б

При строительстве зданий и сооружений с учётом категории производства применяют строительные материалы и конструкции, которые подразделяются на три группы:

- сгораемые;
- трудносгораемые;
- несгораемые.

Здание, в котором находится помещение относится к несгораемым [25].

Для предотвращения пожара помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотным огнетушителем типа ОУ-2 или ОУ-5.

При невозможности самостоятельно потушить пожар необходимо вызвать пожарную команду, после чего поставить в известность о случившемся инженера по техники безопасности.

В помещениях с ПЭВМ повышен риск возникновения пожара. Неисправность электрооборудования, освещения, неправильная их эксплуатация, наличие статического электричества неудовлетворительный надзор за пожарными устройствами и производственным оборудованием может послужить причиной пожара. Пожар на предприятии наносит большой материальный ущерб и часто сопровождается несчастными случаями с людьми.

Пожарная безопасность включает в себя комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращения пожара, ограничение его распространения, а также создание условия для успешного тушения пожара.

Для профилактики пожара должны обеспечиваться регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения; проводиться инструктаж и тренировки по действиям в случае пожара; не загромождаться и не блокироваться эвакуационные выходы; выполняться требования правил технической эксплуатации и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок; во всех служебных помещениях должен быть установлен «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники [28].

Здание корпуса 10, в котором проводилась разработка программы, соответствует требованиям пожарной безопасности. В здании установлена система охранно-пожарной сигнализации, имеются в наличии порошковые огнетушители и план эвакуации, а так же установлен план эвакуации с указанием направлений к запасному (эвакуационному) выходу.

На рисунке 5.1 представлен план эвакуации при возникновении пожара и других ЧС.

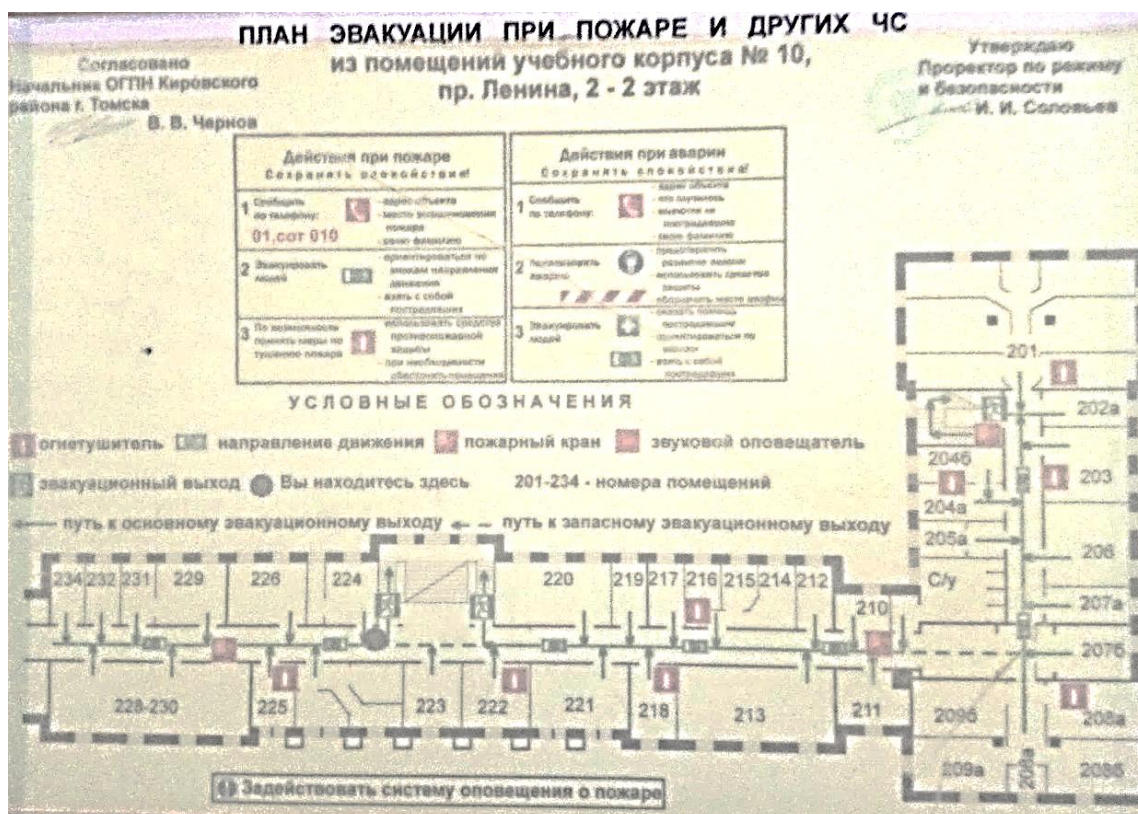


Рисунок 5.1 – План эвакуации

Для предотвращения пожара помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотным огнетушителем типа ОУ-2 или ОУ-5. Также помещение должно быть оснащено пожарной сигнализацией. Рекомендуемый тип — система на основе оптических пожарных извещателей ДИП-ЗСУ и пульта Сигнал-20П SMD.C-2000. Рекомендуются также оборудовать помещение автоматической установкой объемного газового пожаротушения, например системой азотного пожаротушения «Гарсис».

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Законодательством РФ регулируются отношения между организацией и работниками, касающиеся оплаты труда, трудового распорядка, социальных

отношений, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и др.

Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Для работников, работающих на местах, отнесенных к вредным условиям труда 3 и 4 степени – не более 36 часов.

Возможно установление неполных рабочих дней для беременной женщины; одного из родителей (опекуна, попечителя), имеющего ребенка в возрасте до четырнадцати лет (ребенка-инвалида в возрасте до восемнадцати лет). Оплата труда при этом производится пропорционально отработанному времени. Ограничений продолжительности ежегодного основного оплачиваемого отпуска, исчисления трудового стажа и других трудовых прав при этом не имеется.

При работе в ночное время продолжительность рабочей смены на один час меньше. К работе в ночные смены не допускаются беременные женщины; работники, не достигшие возраста 18 лет; женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, инвалиды, работники, имеющие детей-инвалидов, а также работники, осуществляющие уход за больными членами их семей в соответствии с медицинским заключением, матери и отцы – одиночки детей до пяти лет.

Организация обязана предоставлять ежегодные отпуска продолжительностью 28 календарных дней. Для работников, занятых на работах с опасными или вредными условиями, предусматривается дополнительный отпуск.

Работнику в течение рабочего дня должен предоставляться перерыв не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Всем работникам предоставляются выходные дни, работа в выходные дни производится только с посменного согласия работника.

Организация выплачивает заработную плату работникам. Возможно удержание заработной платы, в случаях, предусмотренных ТК РФ ст. 137. В случае задержки заработной платы более чем на 15 дней работник имеет право приостановить работу, письменно уведомив работодателя [29].

Законодательством РФ запрещены дискриминация по любым признакам, а также принудительный труд.

5.6 Выводы по разделу

Таким образом, был проведен комплекс мероприятий по минимизации негативного воздействия факторов, возникающих при работе с компьютером. Благодаря проведению данных мероприятий можно повысить производительность труда сотрудников, которые занимаются проведением исследований с помощью встраиваемого четырехканального осциллографа на базе платформы NI MYRIO.

Так как разработка четырехканального виртуального осциллографа проводилась на компьютере, то были проанализированы факторы на предмет выявления основных техносферных опасностей и вредностей, оценена степень воздействия их на человека, общество и природную среду, предложены методы минимизации их воздействий и защиты от них.

По проанализированным факторам можно сделать вывод, что помещение соответствует всем нормам.

Заключение

В результате выполнения магистерской диссертации были изучены теоретические аспекты об цифровых осциллографах, ПЛИС. Также был разработан виртуальный четырехканальный осциллограф Oscilloscope for MyRIO для измерений и автоматизации сварочного процесса.

Таким образом, полученный виртуальный прибор имеет широкий спектр достоинств:

- высокая точность измерений параметров сигналов;
- яркий, четко сфокусированный экран на любой скорости развертки и резко очерченные контуры изображения;
- возможность запоминания эюры сигнала на произвольное время;
- автоматическое измерение параметров сигналов;
- возможность статистической обработки результатов измерения;
- запись измерений в файл;
- возможность исследования переходных процессов, протекающих

в электрических цепях.

Список использованных источников

- 1 Учебное пособие. Осциллографы. Основные принципы измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.2test.ru/upload/iblock/9ea/osc_principle.pdf, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 17.12.2017).
- 2 В.В. Власова. Осциллографические методы измерений: Учеб.пособие - М. : Изд-во МАИ, 1990. - 42с.
- 3 Техника измерений. Цифровой осциллограф: 10 шагов при выборе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.radioradar.net/articles/technics_measurements/digital_oscilloscope.html. – Загл. с экрана (дата обращения: 19.12.2017).
- 4 П.П. Орнатский Автоматические измерения и приборы (аналоговые и цифровые). - К.: Вища школа, 1986. - 504 с.
- 5 В.А. Тюрин. Цифровой запоминающий осциллограф. Устройство и принцип действия: учебно-методическое пособие. - Казань: Казанский федеральный университет, 2016. - 101 с.
- 6 Осциллографы с цифровым люминофором (Digital Phosphor Oscilloscope — DPO) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/01_03/stat_166.htm. – Загл. с экрана (дата обращения: 21.12.2017).
- 7 Mixed-signal oscilloscope [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.picotech.com/library/oscilloscopes/mixed-signal-oscilloscope-mso>. – Загл. с экрана (дата обращения: 21.12.2017).
- 8 Кушнир Ф. В. Электрорадиоизмерения: Учебное пособие для вузов. — Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1983. — 320 с.
- 9 Иванов Б.С. Осциллограф - ваш помощник., - Мн.: Беларусь, 1991. – 591 с
- 10 Основные рабочие характеристики осциллографов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://oscillograf.com.ua/osnovnye-rabochie-harakteristiki-oscillografov/>. – Загл. с экрана (дата обращения: 19.12.2017).

- 11 Осциллографическая приставка к компьютеру / Мартынюк Ю. // Радио – 2010 - №9.
- 12 Измерительные приборы и массовые электронные измерения/ Дьяконов В.П., Афонский А.А. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2007. – 541 с.
- 13 В.П. Дьяконов. Современная осциллография и осциллографы. – М.:СОЛОН-Пресс, 2013. – 320 с.
- 14 Онлайн библиотека технической документации ЗАО "ЧИП И ДИП" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.chipdip.ru/050/DOC000050444.pdf> – Загл. с экрана (дата обращения: 19.03.2018)
- 15 Онлайн магазин средств измерений ПРИСТ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prist.ru/> – Загл. с экрана (дата обращения: 20.03.2018)
- 16 Продукты National Instruments. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ni.com/ru-ru/support/model.pxie-5162.html> – Загл. с экрана (дата обращения: 20.03.2018)
- 17 Национальная библиотека им. Н. Э. Баумана Bauman National Library. ПЛИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.bmstu.wiki/>. – Загл. с экрана (дата обращения: 23.12.2017).
- 18 Технология устройств CPLD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://parallel.ru/fpga/cpld.html> – Загл. с экрана (дата обращения: 19.01.2018)
- 19 Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://digteh.ru/digital/PLD/>. – Загл. с экрана (дата обращения: 24.02.2018).
- 20 Пользовательское руководство и спецификация для NI MyRIO.
- 21 Oscilloscope and Function Generator for MyRIO by Choose Movement Consulting [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/212783> Загл. с экрана (дата обращения: 20.04.2018)
- 22 Hands on teaching solutions embedded NI MyRIO

- 23 СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
- 24 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
- 25 СНиП 21 – 01 – 97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с.12.
- 26 ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
- 27 ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.
- 28 ППБ 01–03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.
- 29 Трудовой кодекс РФ на 2012 год – перераб. и доп. – М.; Рид Групп, 2012.

Приложение Г

(обязательное)

Раздел 2.2

NI MyRIO

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ61	Писаренко Яна Олеговна		

Консультант проф. кафедры:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Баранов П.Ф.	к.т.н.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯИК:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кузнецова И.Н.			

2.2 NI MyRIO

The NI MyRIO embedded student design device was created for students to “do real-world engineering” in one semester. It features a 667 MHz dual-core ARM Cortex-A9 programmable processor and a customizable Xilinx field programmable gate array (FPGA) that students can use to start developing systems and solve complicated design problems faster—all in a sleek enclosure with a compact form factor. The NI MyRIO device features the Zynq-7010 All Programmable system on a chip (SoC) to unleash the power of NI LabVIEW system design software both in a real-time (RT) application and on the FPGA level. Rather than spending copious amounts of time debugging code syntax or developing user interfaces, students can use the LabVIEW graphical programming paradigm to focus on constructing their systems and solving their design problems without the added pressure of a burdensome tool.

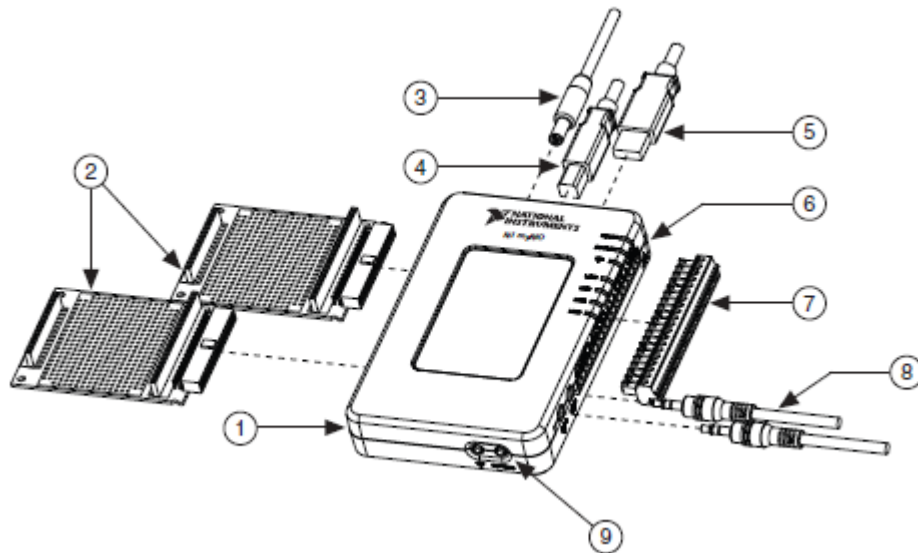
NI MyRIO is a reconfigurable and reusable teaching tool that helps students learn a wide variety of engineering concepts as well as complete design projects. The RT and FPGA capabilities along with onboard memory and built-in WiFi allow students to deploy applications remotely and run them “headlessly” (without a remote computer connection). Three connectors (two NI MyRIO expansion ports [MXP] and one NI mini Systems port [MSP] that is identical to the NI myDAQ connector) send and receive signals from sensors and circuitry that students need in their systems. Forty digital I/O lines overall with support for SPI, PWM out, quadrature encoder input, UART, and I²C; eight single-ended analog inputs; two differential analog inputs; four single-ended analog outputs; and two ground-referenced analog outputs allow for connectivity to countless sensors and devices and programmatic control of systems. All of this functionality is built-in and preconfigured in the default FPGA functionality. Ultimately, these features allow students to do real-world engineering right now—from radio-controlling vehicles to creating stand-alone medical devices.

In addition to the above characteristics, there are the following components:

- USB ports: USB hostport and USB port for devices and PC connection;

- audio: audio input and audio output;
- custom buttons and reset buttons;
- power, status and Wi-Fi diodes;
- Four user-definable LEDs;
- Accelerometer.

The location of all the above components is shown in Figure 1.



1 NI MyRIO-1900; 2 MyRIO Expansion Port (MXP) Breakouts (One Included in Kit); 3 Power Input Cable; 4 USB Device Cable; 5 USB Host Cable (Not Included in Kit); 6 LEDs; 7 Mini System Port (MSP) Screw-Terminal Connector; 8 Audio In/Out Cables (One Included in Kit); 9 Button

Figure G.1 - Location of NI MyRIO components

The NI MyRIO device is simple to set up, and students can easily determine its operational status. A fully configured FPGA personality is deployed on the device from the factory, so beginners can start with a functional foundation without having to program an FPGA to get their systems working. However, the power of reconfigurable I/O (RIO) becomes apparent when students start defining the FPGA personality and molding the behavior of the device to the application.

Field-Programmable Gate Arrays

FPGAs are silicon chips that operate around a matrix of configurable logic blocks (CLBs) connected via programmable interconnects. You can configure these logic blocks to process all the basic logic gates that come in standard ICs and, in many cases, more complex logic. The first commercially viable FPGAs were

invented by Xilinx cofounders Ross Freeman and Bernard Vonderschmitt in 1985. The clear advantage of the FPGA is that you can modify the hardware-level logic without acquiring or modifying physical hardware and ICs. This means you can design custom logic for your system and reconfigure the FPGA to execute the logic at run time. You develop the FPGA “personality” in a software environment and then implement the personality on the silicon level. Due to the nature of FPGAs, individual sections of the chip that are independent of one another can execute in true parallel.

True parallelism means that tasks running on the FPGA are truly independent and highly deterministic. Determinism is critical in controls, robotics, and other mechatronics applications (a typical FPGA system can be designed to react to digital inputs in as little as 25 ns [40 MHz], and sometimes faster). Some examples of LabVIEW FPGA applications include intelligent DAQ, ultrahigh-speed control, specialized communication protocols, CPU task offloading to save the processor for more complicated analysis, complex timing and synchronization, and hardware-in-the-loop testing. With the ability to react to changes in data so quickly, the FPGA help you design industrial-quality systems and experiments without huge investments in actual industrial equipment.

With the LabVIEW FPGA Module, the process of programming FPGAs is completely graphical and features fully automated compilation. You design the FPGA personality using VIs from the LabVIEW FPGA Module palette in LabVIEW. Then when you are ready to compile, LabVIEW generates the intermediate VHDL files required by the Xilinx compiler, starts the compiler, and passes the files to it. This produces a bitfile that is then downloaded onto the FPGA chip’s flash memory to be read at run time. When the FPGA runs, it reads this bitfile and then reconfigures itself per the file’s instructions.

FPGA consists of:

- Logical blocks-to implement a combinational and consistent logic scheme;
- Programmable connections;

-I/O blocks-they block the logical blocks on the peripherals of the device for external connection.

Detailed overview of the NI MyRIO

The NI MyRIO-1900 ensures analog input (AI), analog output (AO), digital input and output (DIO), audio, and power output in a compact embedded instrument. The NI MyRIO-1900 connects to a host computer over USB and wireless 802.11b,g,n. The figure shows the arrangement and functions of NI MyRIO-1900 components.

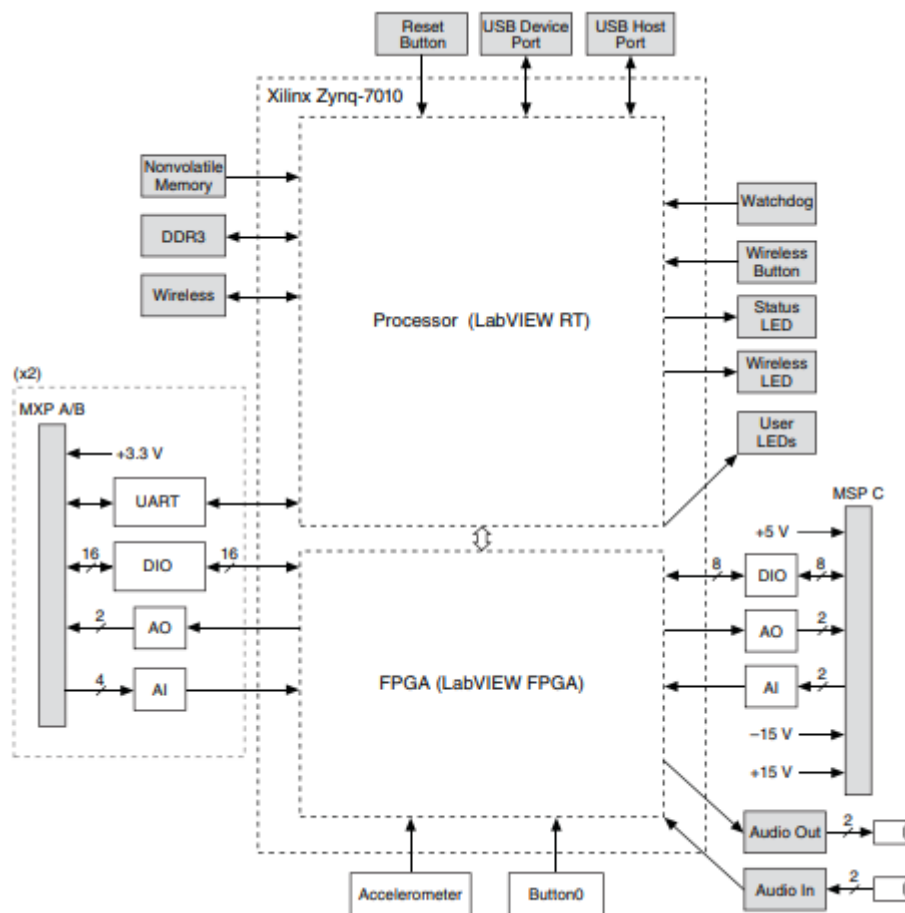


Figure G.2 - NI MyRIO-1900 Block Diagram

Connector Pinouts

NI MyRIO-1900 Expansion Port (MXP) connectors A and B carry identical sets of signals. The signals are differed in software by the connector name, as in ConnectorA/DIO1 and ConnectorB/DIO1.

Analog Input Channels

The NI MyRIO-1900 has analog input channels on MyRIO Expansion Port (MXP) connectors A and B, Mini System Port (MSP) connector C, and a stereo audio input connector. The analog inputs are multiplexed to a single analog-to-digital converter (ADC) that samples all channels.

MXP connectors A and B have four single-ended analog input channels per connector, AI0-AI3, which you can use to measure 0-5 V signals. MSP connector C has two high-impedance, differential analog input channels, AI0 and AI1, which you can use to measure signals up to ± 10 V.

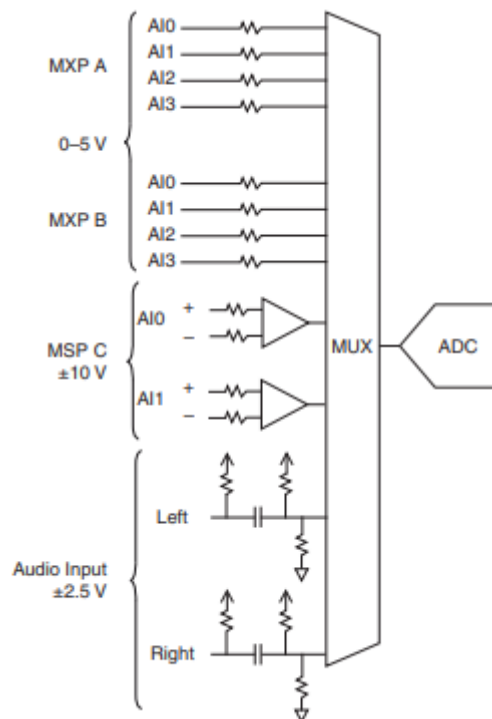


Figure G.3 - Analog input the NI MyRIO-1900

Analog Output Channels

The NI MyRIO-1900 has analog output channels on MyRIO Expansion Port (MXP) connectors A and B, Mini System Port (MSP) connector C, and a stereo audio output connector. Any analog output channel has a specialized digital-to-analog converter (DAC), so they can all update together. The DACs for the analog output channels are controlled by two serial communication buses from the FPGA.

MXP connectors A and B share one bus, and MSP connector C and the audio outputs share a second bus. MXP connectors A and B have two analog output channels per connector, AO0 and AO1, which can to generate 0-5 V signals. MSP

connector C has two analog output channels, AO0 and AO1, which can use to generate signals up to ± 10 V. The audio outputs are left and right stereo line-level outputs able of control headphones.

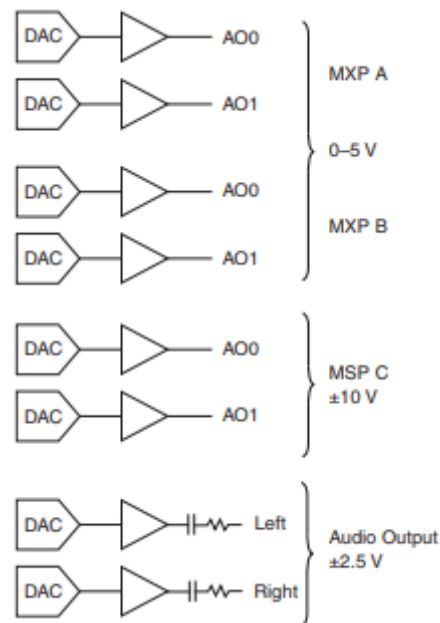


Figure G.4 - NI MyRIO-1900 Analog Output Circuitry

Accelerometer ADXL345

An accelerometer is a device that measures the vibration, or acceleration of motion of a structure. The accelerometer measures static acceleration when used in level, turn, fall sensors, as well as dynamic acceleration in tasks to collect shock and vibration data.

The NI MyRIO-1900 contains a three-axis accelerometer. The accelerometer samples each axis continuously and updates a readable register with the result. The accelerometer from the set Mechatronics NI MyRIO is shown in Figure 5.



Figure G.5 - Accelerometer NI MyRIO

DIO Lines

The NI MyRIO-1900 has 3.3 V general-purpose DIO lines on the MXP and MSP connectors.

MXP connectors A and B have 16 DIO lines per connector. On the MXP connectors, every DIO line from 0 to 13 has a 40 k Ω resistor to 3.3 V, and DIO lines 14 and 15 have 2.1 k Ω pullup resistors to 3.3 V. MSP connector C has eight DIO lines. Each MSP DIO line has a 40 k Ω pulldown resistor to ground. DGND is the reference for all the DIO lines.

UART Lines

The NI MyRIO-1900 has one UART receive input line and one UART transmit output line on any MXP connector. The UART lines are electrically the same to DIO lines 0 to 13 on the MXP connectors. Like those lines, UART.RX and UART.TX have 40 k Ω pullup resistors to 3.3 V.

Using the Reset Button

Pressing and releasing the Reset button restarts the processor and the FPGA.

Pressing and holding the Reset button for 5 seconds, then releasing it, restarts the processor and the FPGA and forces the NI MyRIO into safe mode. In safe mode, the NI MyRIO launches only the services necessary for updating configuration and installing software..

Understanding LED Indications

Power LED

The Power LED is burn while the NI MyRIO-1900 is powered on. This LED points out that the power supply connected to the device is adequate.

Status LED

The Status LED is off during normal operation. The NI MyRIO operates a power-on self test (POST) when you serve power to the device. During the POST, the Power and Status LEDs turn on. When the Status LED turns off, the POST is complete.

Using the USB Host Port

The NI MyRIO-1900 USB host port maintains Web cameras that conform to the USB Video Device Class (UVC) protocol as well as device vision cameras that conform to the USB3 Vision standard and are USB 2.0 backward compatible. The NI MyRIO-1900 USB host port also supports USB Flash drives and USB-to-IDE adapters formatted with FAT16 and FAT32 file systems. LabVIEW usually maps USB devices to the /U,/V, /W, or /X drive, starting with the /U drive if it is available.

Hardware Setup: Connecting to the NI MyRIO Device

One of the goals of the NI MyRIO design is to simplify hardware setup. To accomplish this, NI MyRIO software provides a custom setup and configuration utility separate from the NI Measurement & Automation Explorer (MAX) configuration utility. You can still use MAX for setup, software installation, and configuration if you are more comfortable with that environment. The NI MyRIO device has a USB monitor application that runs when you connect the device to the host computer. Learn how to use the NI MyRIO USB monitor and the NI MyRIO Getting Started Wizard in the following section [22].

The NI MyRIO USB Monitor

Make sure you power the NI MyRIO device using the power adapter that came with it. Plug the USB Type B end of the USB cable into the NI MyRIO device. Connect the other end of the cable to your computer's USB port. Without starting LabVIEW or NI MAX, if the device is powered, the OS should recognise the NI MyRIO device and install and set up the drivers for it. Once this is complete, in the Windows OS, Windows should automatically launch the NI MyRIO USB Monitor shown below.

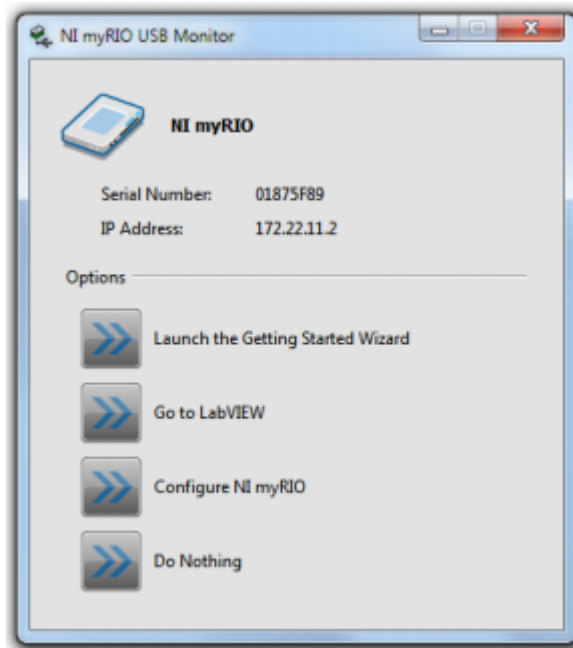


Figure G.6 – USB Monitor NI MyRIO

Along with the serial number and IP address, you have four options to choose from when an NI MyRIO device is detected:

1. **Launch the Getting Started Wizard** With the Getting Started Wizard, you can quickly observe the functional status of the NI MyRIO unit. This wizard checks for connected NI MyRIO devices, connects to the selected device, ensures that the software is up to date, suggests an update if the software is out of date, offers the option of renaming the device, and then shows a screen similar to a front panel that you can use to observe the accelerometer function, turn on and off onboard LEDs, and test the user-defined button. The final screen of the Getting Started Wizard presents two options:

Start my first project now.

Go straight to LabVIEW.



Figure G.7– Getting Started with NI MyRIO

2. Go to LabVIEW Selecting this option launches the LabVIEW Getting Started window.
3. Configure NI MyRIO Selecting this option opens the web browser-based configuration utility for the NI MyRIO device.
4. Do nothing if LabVIEW is open already and a project is configured targeting the NI MyRIO device, you can use this option to close the NI MyRIO USB Monitor when a unit is reconnected to the development computer.